

# ARCHIVES

DE

## L'INSTITUT DE BOTANIQUE

publiées sous la direction  
du Prof. Ray. BOUILLENNE

---

1. L'activité de l'Institut de Botanique au cours des années académiques 1930-1931, 1931-1932, 1932-1933, par A. MONOYER, Secrétaire des Archives
2. Liste des périodiques dont l'échange régulier avec les Archives est assuré.
3. A. MONOYER. Contribution à l'anatomie du genre *Scirpus* (thèse d'agrégation de l'Enseignement supérieur).
4. Ray. BOUILLENNE et P. PREVOT. Note préliminaire sur les phénomènes de néoformation chez *Begonia Rex* Putz.
5. Ray. BOUILLENNE et F. DEMARET. Echanges respiratoires en fonction de l'hydratation chez *Bryonia dioica*; tubercules mâles et tubercules femelles en période de repos.
6. Ray. BOUILLENNE et F. DEMARET. Echanges respiratoires en fonction de l'hydratation chez *Bryonia dioica*; un tubercule de chaque sexe isolé et suivi jusqu'à la fin de l'expérience.
7. Ray. BOUILLENNE. Les eaux des tourbières du plateau de la Baraque Michel.

EDITIONS E. D. K.  
LIEGE  
—  
1934

580.6  
671  
.11  
1934



# ARCHIVES

DE

L'INSTITUT DE BOTANIQUE

DE

L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE



# ARCHIVES

DE

## L'INSTITUT DE BOTANIQUE

publiées sous la direction  
du Prof. Ray. BOUILLENNE

1. L'activité de l'Institut de Botanique au cours des années académiques 1930-1931, 1931-1932, 1932-1933, par A. MONOYER, Secrétaire des Archives.
2. Liste des périodiques dont l'échange régulier avec les Archives est assuré.
3. A. MONOYER. Contribution à l'anatomie du genre *Scirpus* (thèse d'agrégation de l'Enseignement supérieur).
4. Ray. BOUILLENNE et P. PREVOT. Note préliminaire sur les phénomènes de néoformation chez *Begonia Rex* Putz.
5. Ray. BOUILLENNE et F. DEMARET. Echanges respiratoires en fonction de l'hydratation chez *Bryonia dioica*; tubercules mâles et tubercules femelles en période de repos.
6. Ray. BOUILLENNE et F. DEMARET. Echanges respiratoires en fonction de l'hydratation chez *Bryonia dioica*; un tubercule de chaque sexe isolé et suivi jusqu'à la fin de l'expérience.
7. Ray. BOUILLENNE. Les eaux des tourbières du plateau de la Baraque Michel.

EDITIONS E. D. K.

LIEGE

1934

Correspondances et échanges :

**M. A. Monoyer**, secrétaire des Archives.  
3, rue Fusch, Liège (Belgique).

# L'activité de l'Institut de Botanique de l'Université de Liège.

Années académiques 1930-1931, 1931-1932, 1932-1933,

par

A. MONOYER, Secrétaire des Archives.

---

## L'INSTITUT

Des constructions nouvelles sont en cours d'exécution et permettront une extension des laboratoires.

\* \* \*

## LE JARDIN

Une tourbière artificielle a été établie dans l'une des pelouses ; elle est destinée à recevoir des plantations de végétaux caractéristiques du plateau des Hautes Fagnes belges.

\* \* \*

## L'ENSEIGNEMENT

Au cours des trois années académiques envisagées, l'Institut de Botanique a reçu 238 étudiants se destinant à la Médecine, à la Pharmacie ou aux divers Doctorats en Sciences Naturelles.

Cinq étudiants ont été inscrits au doctorat en Botanique.



Digitized by the Internet Archive  
in 2025

# LES DONS REÇUS PAR L'INSTITUT

---

## Dons à la Bibliothèque.

**De M. le Prof. L. Counson :**

33 traités de Botanique,  
1235 tirés à part de Sciences naturelles provenant de la Bibliothèque  
de M. le Prof. MICHEELS.

**De M. le Prof. Ray. Bouillenne :**

10 volumes de Botanique.

**De M. le Prof. Ch. de Fraipont :**

1 volume de « Annals of Botany » destiné à compléter la collection  
de l'Institut.

**De M. Fichet :**

1 traité d'Horticulture.

**De M. le Prof. Ed. Bourgeois :**

1 traité d'Agriculture.

**De M. le Prof. O. Mattiolo, de Turin :**

1 ouvrage de Phytogéographie.

**De la Société Belge d'Etudes et d'Expansion :**

2 ouvrages de Botanique.

**De M. Sladden :**

Flore de Belgique, par F. Crépin (1<sup>re</sup> Ed., rare).

**De M. A. Monoyer :**

2 ouvrages de Botanique,  
35 tirés à part d'Anatomie végétale.

**De M. Ebeling :**

1 flore d'Allemagne.

**De M. le Prof. F. Schoofs :**

Un manuscrit du cours de Botanique professé par Edouard Morren  
(vers 1880).

---

**Dons au Musée.****De M. le Prof. Ed. Bourgeois :**

Un portrait de Charles Morren, créateur de l'Institut et du Jardin  
Botanique, en 1835 ;

Le microscope personnel de Edouard Morren.

**De M. M. Legraye :**

Un tronc silicifié, provenant de Tirlemont.

---

**Dons au Jardin et aux Serres.****De M. Dessart, directeur du Charbonnage de Wérister :**

Un superbe exemplaire de fougère arborescente (*Alsophylla  
australis*).

**De M. le Directeur de "Old Mill Nurseries", de Oegstgeest,  
Hollande :**

Un lot important de tulipes (1250 individus) et de narcisses  
(250 individus).

**De M. R. Charlier, industriel à Liège :**

Un lot d'arbres indigènes devant servir à renouveler les  
collections du Jardin.

## TRAVAUX ET PUBLICATIONS

(Les titres des travaux n'ayant pas fait l'objet d'une publication sont en italique).

---

### Dr. Hélène Beltcheva :

Concentration des sucres totaux dans les boutures de *Salix sp.* et de *Cacalia articulata*. (en collaboration avec M. R. Bouillenne)  
(*C. R. de la Société de Biol.*, **109**, p. 575, 1932).

### Dr. R. Bouillenne :

1. Protégeons la nature ; réserves naturelles à sauvegarder en Belgique. (en collaboration avec M. J. Goffart).  
(*T. C. Belgique*, pp. 169-170, 1931).
2. Une Association végétale à *Empetrum* dans les Fagnes de Clefay. (en collaboration avec Mme M. Bouillenne et M. P. Prevot).  
(*Acad. roy. de Belg., Classe des Sciences*, bul. n° 4, 17, 1931)
3. Recherches expérimentales sur l'agent toxique du pollen d'*Ambrosia div. sp.* (Compositacées), (en collaboration avec Mme M. Bouillenne).  
(*Acad. roy. de Belg., Classe des Sciences*, bull. n° 3, 17, 1931).
4. Oxydations respiratoires et teneur en sucres dans les deux sexes de *Mercurialis annua*. (en collaboration avec Mme M. Bouillenne).  
(*Acad. roy. de Belg., Classe des Sciences*, bull. n° 7, 17, 1931).
5. Note préliminaire sur les phénomènes de néoformation chez *Begonia rex Putz.* (en collaboration avec M. P. Prevot).  
(*C. R. de la Société de Biologie*, **111**, p. 639, 1932).
6. Concentration des sucres totaux dans les boutures de *Salix sp.* et de *Cacalia articulata*. (en collaboration avec Mlle H. Beltcheva).  
(*C. R. de la Société de Biol.*, **109**, p. 575, 1932).
7. Evolution récente de la végétation des Hautes Fagnes du Plateau de la Baraque Michel en Belgique (en collaboration avec Mme Bouillenne). Imprimerie G. Thone, Liège 1932.

8. Recherches expérimentales sur les phénomènes de néoformation chez *Begonia Rex* Putz. (en collaboration avec M. P. Prevot), (*Acad. roy. de Belg., Classe des Sciences*, bull. 8-9, 19, 1933).
9. Les sucres solubles dans *Mercurialis perennis* L. (en collaboration avec Mme M. Bouillenne). *Acad. roy. de Belg., Classe des Sciences*, séance du 1<sup>er</sup> juillet 1933).
10. Echanges respiratoires en fonction de l'hydratation chez *Bryonia dioica*; tubercules mâles et femelles en période de repos. (en collaboration avec M. F. Demaret). (*C. R. de la Société de Biologie*, 113, p. 1543, 1933).
11. Echanges respiratoires en fonction de l'hydratation chez *Bryonia dioica*; un tubercule de chaque sexe isolé et suivi jusqu'à la fin de l'expérience. (en collaboration avec M. F. Demaret). (*C. R. de la Société de Biologie*, 113, p. 1546, 1933).
12. Etude comparative du métabolisme des carbohydrates solubles chez les mâles et chez les femelles de *Mercurialis perennis*, (en collaboration avec Mme M. Bouillenne et Mlle L. Ghenne). (*C. R. de la Société de Biologie*, 114, p. 189, 1933).
13. Substances formatrices de racines chez les plantes supérieures. *Congrès de l'Ass. des Physiologistes, Liège, 8-9-10 juin 1933*.
14. Ma Mission en Malaisie. (*revue du Cercle des Alumni*, 4, n° 5, 1933).
15. Recherches expérimentales sur la néoformation des racines dans les plantules et les boutures des plantes supérieures. (en collaboration avec M. F. Went). (*Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg*, 43, 1933).
16. Substances formatrices de racines chez les plantes supérieures. (*Résumé d'une communication faite en séance de la Société Roy. de Bot. de Belg., Bull. Soc. Roy. de Bot. de Belg. T. LXVI, 2<sup>me</sup> série, T XVI, Fasc. 1, 1933*).

17. Les eaux des tourbières du plateau de la Baraque Michel. (*Annales de la Société Géologique de Belgique*, 57, bull. n° 5, 1934).
18. Eléments de Botanique. Editions E. D. K. 1934, 400 pages, 30 planches hors-texte, 200 figures.

**Mme M. Bouillenne-Walrand :**

1. Oxydations respiratoires et teneur en sucres dans les deux sexes de *Mercurialis annua*. (en collaboration avec Monsieur Ray. Bouillenne). (*Acad. roy. Belg., Classe des Sciences*, bull. n° 7, 17, 1931)
2. Une Association végétale à *Empetrum* dans les Fagnes de Clefay. (en collaboration avec M. Ray. Bouillenne et P. Prevot) (*Acad. roy. de Belg., Classe des Sciences*, bull. n° 4, 17, 1931).
3. Recherches expérimentales sur l'agent toxique du pollen d'*Ambrosia div. sp.* (Compositacées) (en collaboration avec M. R. Bouillenne) (*Acad. Roy. de Belg., Classe des Sciences*, bull. n° 3, 17, 1931).
4. Evolution récente de la végétation des Hautes Fagnes du Plateau de la Baraque Michel en Belgique. (en collaboration avec M. R. Bouillenne). Imprimerie G. Thone, Liège, 1932.
5. Les sucres solubles dans *Mercurialis perennis* L. (en collaboration avec M. R. Bouillenne) (*Acad. Roy. de Belg., Classe des Sciences., séance du 1<sup>er</sup> juillet 1933*).
6. Etude comparative du métabolisme des carbohydrates solubles chez les mâles et chez les femelles de *Mercurialis perennis*. en collaboration avec M. R. Bouillenne et M<sup>lle</sup> L. Ghenne) (*C. R. de la Soc. de Biol.* 114, p. 189, 1933).

**Ch. Chevalier :**

Rédaction du Bulletin Horticole :

90 articles en 1931, 1932, 1933.

**Principaux articles : 1931**

1. — Le genre *Epiphyllum*, p. p., 37 à 40.
2. — Les *Phyllocactus*, p. p. 85 à 88 et 137 à 138.
3. — Les *Ancolies*, p. p. 97 à 100.
4. — Pavots et Coquelicots, p. p. 121 à 123 et 145 à 147.
5. — Les Plantes cailloux, p. p. 147 à 150.
6. — La germination des Orchidées, p. p. 157 à 159, et 181 à 183.
7. — Les *Bégonias* rhizomateux américains, p. p. 205 à 208.
8. — *Aregelia* et *Nidularium*, p. p. 229 à 232.
9. — Les *Canistrum*, p. p. 253 à 255.
10. — L'Evolution des Cactacées, p. p. 277 à 281.

**1932**

11. — L'Evolution des Cactacées (suite) p. p. 13 à 17.
12. — Ce que disent les catalogues, p. p. 37 à 40, 61 à 64 et 85 à 88.
13. — A propos du *Mimulus moschatus*, p. p. 49 à 51.
14. — Les Euphorpes Cactiformes, p. p. 109 à 112.
15. — Les *Bégonia* du type corallina, p. p. 133 à 138.
16. — Les Cactées et les moyens de les reconnaître, p. p. 169 à 172, 193 à 195 et 217 à 220.
17. — Les *Echeveria*, p. p. 241 à 246.

**1933**

18. — Les plantes à fenêtres, p. p. 18 à 21.
19. — Les *Canna* et leur évolution, p. p. 49 à 53.
20. — Les *Bouvardia*, p. p. 81 à 85.
21. — Cinquante ans d'Horticulture, numéro jubilaire - 15 avril.
22. — Les Florales gantoises, p. p. 129 à 132.
23. — Le Doryphore. Insecte destructeur de la pomme de terre, p. p. 161 à 163.
24. — Les *Cytises*, p. p. 193 à 196.

25. — Evolution des *Pelargonium*, p. p. 229 à 232; 307 à 311; 347 à 349.
26. — A propos du *Begonia erythrophylla* p. p. 267 à 269.
27. — Les *Aloe* et genres voisins, p. p. 327 à 329; 365 à 367; 385 à 387.
28. — Deux faux *Billbergia* (*J. Soc. nat. Hort. de France*; février 1931).
29. — Broméliacées inédites (*J. Soc. nat. Hort. de France*; mai 1931).
30. — Les Broméliacées-Nidularinées (*J. Soc. nat. Hort. de France*; décembre 1931).
31. — Les Broméliacées à ovaire infère (*J. Soc. nat. de France*; juillet 1932).
32. — Les *Tradescantia* et genres voisins (*Rev. Hort. Paris*; 16 sept. 1932).
33. — Le Mimétisme chez les *Mesembrianthemum* (*Rev. Hort.* 16 janv. et 16 fév. 1933).
34. — Quelques *Begonia* du groupe *metallica* (*Rev. Hort. Paris*; 16 juillet 1933).
35. — Les fleurs doubles (*Rev. Hort. Paris*; 16 août 1933).

**Dr. F. Demaret :**

1. — Observations sur l'apparition des bourgeons et des racines sur les rameaux de *Saule*.
2. — Quelques observations sur la croissance de *Vaccinium Myrtillus*.
3. — Etude systématique sur les *Ericales*.
4. — Echanges respiratoires en fonction de l'hydratation chez *Bryonia dioïca*; tubercules mâles et tubercules femelles en période repos. (collaboration avec M. Ray. Bouillenne). (*C. R. séances de la Soc. Biol.*, 24 juin 1933, tome CXIII, p. 1546).
5. — Echanges respiratoires en fonction de l'hydratation chez *Bryonia dioïca*; un tubercule de chaque sexe isolé et suivi jusqu'à la fin de l'expérience. (collaboration avec M. Ray. Bouillenne). (*C. R. séances de la Soc. Biol.*, 24 juin 1933, tome CXIII, p. 1546).

- 6 — *Echanges respiratoires en fonction de l'hydratation chez Bryonia dioïca; tubercules mâles et tubercules femelles aux différentes phases de végétation.*

**Dr. M. Fouarge :**

1. — *Recherches morphologiques et physiologiques sur Mercurialis annua : développement, élongation, poids secs, sucres.*
2. — *Sur la recolonisation des tourbières exploitées à la Baraque Michel Quels sont les premiers végétaux colonisateurs?*

**Dr. Louise Ghenne :**

1. — *Etude comparative du métabolisme des carbohydrates solubles chez les mâles et chez les femelles de Mercurialis perennis. (en collaboration avec Mr et Mme Bouillenne) (C. R. de la Société de Biol., 114, p. 189, 1933).*
2. — *Etude des Phénomènes de la Croissance et du Métabolisme différentiels chez les mâles et chez les femelles de Mercurialis perennis.*

**Dr. J. Goffart :**

1. — *Protégeons la nature : réserves naturelles à sauvegarder en Belgique (en collaboration avec M. Ray. Bouillenne) T. C. de Belgique, p. p. 169-170, 1931).*
2. — *Nouvelle flore de Belgique.*

**Dr. A. Gratia :**

*Recherches sur la mosaïque du tabac.*

**Dr. Georgette Kraentzel :**

1. — *Introduction à l'étude du métabolisme des graisses dans Mercurialis annua.*
2. — *Essais sur le pédocarpisme chez Spinacia sp.*
3. — *Etude monographique de Botryopteris mucilaginosoïdes nov. sp. (Recherches exécutées dans les laboratoires et sous la direction de Mlle Suzanne Leclercq, chargé de cours près la Faculté des Sciences de l'Université de Liège). Mém. in 8° Soc. Géol. de Belg. t. LVII 1933-1934.*

**Dr. O. Lazar, Ingénieur Agricole, Gbx. :**

*Etude du carotène et des corps qui l'accompagnent chez  
Daucus carota.*

**Dr. A. Monoyer :**

1. — Contribution à l'Anatomie du genre *Scirpus* (*Extrait des Mémoires de la Soc. Roy. des Sciences de Liège, 3<sup>e</sup> série, tome XVIII*).
2. — *Recherches biologiques sur les algues.*
3. — *Recherches biologiques sur les champignons inférieurs.*
4. — Contribution à l'Anatomie du *Ginkgo biloba*. A. F. A. S. C. R. Congrès de Rabat (1934).

**Dr. M. Nihoul :**

*Contribution à l'étude de la phytogéographie des terrains  
calcaires de Belgique.*

**Dr. P. Prevot, Fellow de la C. R. B. 1933 :**

1. — Une Association végétale à *Empetrum* dans les Fagnes de Cléfay. (en collaboration avec Mr et Mme Bouillenne). (*Acad. Roy. de Belg., Classe des Sciences, bull. n° 4, 17, 1931*).
2. — Note préliminaire sur les phénomènes de néoformation chez *Begonia Rex* Putz. (en collaboration avec M. R. Bouillenne) (*C. R. de la Société de Biol., 111, p. 639, 1932*).
3. — Recherches expérimentales sur les phénomènes de néoformation chez *Begonia Rex* Putz. (en collaboration avec M. R. Bouillenne) (*Acad. Roy. de Belg., Classe des Sciences bull. n° 8-9, 19, 1933 ; bull. n° 10, 1934 et bull. n° 11, 1934*).
4. — *Etude de la localisation de la région d'absorption chez les racines* (Recherches réalisées à l'Université de Berkeley, Calif., U. S. A.)

**Dr. H. Welsch :**

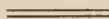
Evolution de la teneur en eau et des matières azotées, au cours de la germination de *Impatiens balsamina*. (*Protoplasma, 20, 1934*).

## LE SERVICE DES ÉCHANGES

Par suite de l'extension donnée actuellement dans les Archives aux rubriques physiologie végétale et phytogéographie, il devenait nécessaire de compléter la liste des correspondants de notre publication et au surplus de reviser les listes d'échanges précédemment établies.

Cette mise au point a entraîné l'établissement d'une correspondance volumineuse grâce à laquelle nous avons eu le plaisir de prendre un contact direct avec nos correspondants.

A l'heure actuelle, les Archives de l'Institut de Botanique reçoivent régulièrement, à titre d'échange, les publications de 153 organismes scientifiques.



### Liste des périodiques dont l'échange régulier avec les Archives est assuré.

|                                 |    |                 |    |
|---------------------------------|----|-----------------|----|
| Allemagne                       | 9  | Hollande        | 8  |
| Argentine                       | 1  | Hongrie         | 2  |
| Autriche                        | 2  | Italie          | 9  |
| Belgique                        | 15 | Luxembourg      | 1  |
| Brésil                          | 4  | Mexique         | 2  |
| Chili                           | 1  | Nippon          | 8  |
| Chine                           | 2  | Norvège         | 1  |
| Danemark                        | 3  | Pologne         | 5  |
| Espagne                         | 1  | Portugal        | 4  |
| Esthonie                        | 1  | Suède           | 5  |
| Etats-Unis                      | 20 | Suisse          | 3  |
| Finlande                        | 5  | Roumanie        | 2  |
| France                          | 5  | Tchécoslovaquie | 5  |
| Grande Bretagne<br>et Dominions | 2  | U. R. S. S.     | 14 |
|                                 |    | Yougoslavie     | 3  |

**Allemagne.**

- |                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| 1. - Die Ernährung der Pflanzen,                    | Berlin.   |
| 2. - Forschungen und Fortschritte,                  | Berlin.   |
| 3. - Abhand. der Bayer. Akad. der Wissensch.,       | Munich.   |
| 4. - Mitteil. aus dem Institut für allg. Botanik,   | Hambourg. |
| 5. - Sitz. des Gesellsch. Naturforschender Freunde, | Berlin.   |
| 6. - Sitzungsberichte,                              | Munich.   |
| 7. - Berichte der Bayer. Bot. Gesellschaft,         | Munich.   |
| 8. - Kryptogamische Forschungen,                    | Munich.   |
| 9. - Mitteilungen der Bayer. Bot. Gesel.,           | Munich.   |

**Argentine.**

|                  |               |
|------------------|---------------|
| Folia Biologica, | Buenos-Aires. |
|------------------|---------------|

**Autriche.**

- |                                                   |         |
|---------------------------------------------------|---------|
| 1. - Anzeiger der Aka. der Wissensch,             | Vienne. |
| 2. - Verhandlungen der Zool. Botan. Gesellschaft, | Vienne. |

**Belgique.**

- |                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. - Annales de la Société Scientifique,                                 | Bruxelles. |
| 2. - Annales de Gembloux,                                                | Gembloux   |
| 3. - Bull. du Jardin Botan. de l'Etat,                                   | Bruxelles. |
| 4. - Cercle Botan. Congolais,                                            | Tervueren. |
| 5. - La Sucrierie Belge,                                                 | Bruxelles. |
| 6. - Bulletin de la Soc. roy. de Botanique,                              | Bruxelles. |
| 7. - Bulletin de la Soc. roy. des Sc. de Liège,                          | Liège.     |
| 8. - Mémoires de la Soc. roy. des Sc. de Liège,                          | Liège.     |
| 9. - Travaux de l'Institut de Botanique Leo Errera,                      | Bruxelles. |
| 10. - Publicat. de l'Inst. Belge pour l'amélioration de<br>la Betterave, | Tirlemont. |
| 11. - Botan. Jaarboek (continué par 12),                                 | Gand.      |
| 12. - Medel. van het Bot., Inst. der Rijks-Univ.,                        | Gand.      |
| 13. - Bull. Agricole du Congo Belge,                                     | Gand.      |
| 14. - Bull. de l'Institut Agronomique et des Stations<br>de recherches,  | Gembloux.  |
| 15. - Natuurwetenschappelijk Tijdschrift,                                | Anvers.    |

**Brésil.**

1. - Archivos do Instituto biolog. de Defesa agricola  
e animal, Sao Paulo.
2. - Archiv. do Jardim Botan, Rio de Janeiro.
3. - Instit. do Biologia vegetal, Bulletem, Rio de Janeiro.
4. - Arquivos, Rio de Janeiro.

**Chili.**

- Anales de la Universidad de Chile, Santiago

**Chine.**

1. - Sinensia, Nanking.
2. - Sunyatsema, Hongkong.

**Danemark.**

1. - Carlsberg Laboratorium, Copenhague.
2. - Arbejder fra den Bot. Have i Kobenhavn, Copenhague.
3. - Beertning om Bot Haves virksomhed, Copenhague.

**Espagne.**

1. - Académie des Sciences de Madrid, Madrid.

**Esthonie.**

- Acta et Comment. Univ. Tartuensis, Tartu.

**Etats-Unis.**

1. - Ann. Report of the Board of Reg. of the  
Smithsonian Institution, Washington.
2. - Annals of the Missouri Botanical Garden, St-Louis.
3. - Bull. of the Lloyd Library of Botany, Ohio.
4. - Bibl. Bull. of the Lloyd Library, Cincinnati (Ohio).
5. - Bull. of the New-York Botan. Garden, New-York.
6. - The Amer. Midland Naturalist, Indiana.
7. - Field Museum of Natural History, Chicago.
8. - Univ. of Oklahoma Bull., continué depuis 1929  
par Un. of Oklahoma Biol. Survey, Norman.
9. - Year Book of the Acad. of Natur. Sc. of  
Philadelphia, Philadelphie.
10. - Proceed. of the Acad. of Natur. Sc., of  
Philadelphia, Philadelphie.
11. - Contribut. from the Botan. Lab. of the Univ.  
of Pennsylvania, Philadelphia.
12. - Public. Puget Sound Biolog. Station, continué  
depuis 1931 par Publ. in Oceanography, Seattle.
13. - Contribut. of Boyce Thompson Institute for  
Plant Research, Yonkers

14. - Hilgardia, Berkeley.
15. - Biological Bulletin, Woods Hole.
16. - Research Studies of the State College, of  
Washington, (actuellement Extension  
Bulletins and Experiment Station  
Bulletins), Washington;
17. - Univers. of California Public. (Botany), Berkeley.
18. - Johns Hopkins Univ. Circular, Baltimore.
19. - Experiment Station Record, Washington.
20. - Contributions from the Osborn Botanical  
Laboratory, New Haven.

### Finlande.

1. - Ofve sigst af Finska Vetenskap-Soc. Forhand-  
lingar, Helsingfors.
2. - Soc. Scientiarum Fennica (mémoires), Helsingfors.
3. - Memoranda Societatis pro Fauna et Flora  
Fennica, Helsingfors.
4. - Acta Botanica Fennica, Helsingfors.
5. - Acta Soc. Scientiarum Fennicae, Helsingfors.

### France.

1. - Procès verbaux des Séances de la Soc. des Sc.  
de Bordeaux (continué par tirés à part). Bordeaux.
2. - Bull. du Museum d'Hist. Nat. de Paris, Paris.
3. - Bull. Scientifique de Bourgogne, Dijon.
4. - Annales du Service Bot. et Agr., Tunis.
5. - Revue Bretonne de Botanique, Rennes.

### Grande-Bretagne et Dominions.

1. - Biological Reviews, Cambridge.
2. - The Cambridge Bulletin, Cambridge.
3. - The Journ. of the Linnean Soc. of London, Londres.
4. - Bot. Dept. University of Glasgow, Glasgow.
5. - Transact. and Proceed. of the Botan. Labor. of  
Edinburgh, Edimbourg.
6. - Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh, Edimbourg.
7. - Mycology Department, Edimbourg.
8. - Rothamsted Experimental Station, Haspenden.
9. - Mac Gill University, Montréal (Canada)
10. - Contribut. du Lab. de Botan. de l'Univ. de  
Montréal, Montréal (Canada)

11. - Publications of Departement of Agriculture      Ottawa (Canada).  
 12. - Proceedings of Royal Society of Victoria      Melbourne (Australie)

### Hollande.

- |                                                             |             |
|-------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. - Acta Phaenologica,                                     | Wageningen. |
| 2. - Med. van het Bot. Museum en Herbarium,                 | Utrecht.    |
| 3. - » van Rijks Herbarium,                                 | Leide.      |
| 4. - Nederl. Kruidkundig Archief,                           | Amsterdam.  |
| 5. - Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais,            | Amsterdam.  |
| 6. - Proefstation voor vorstenlandsche Tabak<br>(Meded.),   | Klaten.     |
| 7. - Natuurhistorisch Maandblad,                            | Maastricht. |
| 8. - Mededeelingen van Phytopathologisch Labo-<br>ratorium, | Baarn.      |

### Hongrie.

- |                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| 1. - Index Horti. Bot. Univers. Budapestinensis,               | Budapesth. |
| 2. - Arbeiten des Ungarischen Biol. Forschungs-<br>Institutes, | Tihany.    |

### Italie.

- |                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. - Giornale di Biologia applicata alla F. chimica<br>ed alim.,                           | Bologne.  |
| 2. - Malpighia,                                                                            | Naples.   |
| 3. - Bull. dell'Orto Bot. de la Regia Univ. de                                             | Naples.   |
| 4. - Annali di Bot.,                                                                       | Rome.     |
| 5. - Atti dell'Institut. Bot. di Pavia G. Briosi, et Lab.<br>Criptog. dell'Univ. di Pavia, | Pavie.    |
| 6. - Agricoltura Coloniale,                                                                | Florence. |
| 7. - Nuovo Giornale Bot. Italiano,                                                         | Florence. |
| 8. - R. Stazione Chimico-Agraria sperimentale di<br>Roma,                                  | Rome.     |
| 9 - Lavori del R. Istituto Botanico,                                                       | Palerme   |

### Luxembourg.

Archives de l'Institut Grand-Ducal de Luxem-  
     bourg,      Luxembourg.

### Mexique.

- |                                        |         |
|----------------------------------------|---------|
| 1. - Anales del Instituto de Biologia, | Mexico. |
| 2. - Agricultura y Fomento,            | Mexico. |

**Nippon.**

1. - Japanese Journal of Botany, Tokio.
2. - Annual Report of the Taihoku Botan. Garden, Taihoku.
3. - Journal of the Faculty of Science Imperial University, Tokio.
4. - Memoirs of the Fac. of Sc. and Agriculture Taihoku Imperial University, Taihoku.
5. - Contribut. from the Herbar. of Imper. Univ., Taihoku.
6. - Bullet. of the Fan Memorial Instit. of Biology, Taihoku.
7. - Journ. of Sc. of the Hiroshima Univers., Hiroshima.
8. - Sc. Reports of the Tokyo Bunrika Daigaku, Tokyo.

**Norvège.**

- Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Oslo.

**Pologne.**

1. - Public. de l'Institut de Bot. system. et de Phytogéographie de l'Université, Varsovie.
2. - Bot. Extr. du Kosmos Soc. Pol. Kopernik, Lwow.
3. - Acta Soc. Bot. Poloniae, Varsovie.
4. - Publ. Inst. Bot. Univ. Jagellonicae Cracoviensis, Krakow.
5. - Bull. du Musée Silésien, Katowice.

**Portugal.**

1. - Anals do Inst. Superior de Agronomia, Lisbonne.
2. - Trabalhos do Instituto Bot. da Faculdade de Ciencias, Lisbonne.
3. - Boletim da Sociedade Broteriana, Coimbra.
4. - Memorias da ' ' Coimbra.

**Suède.**

1. - Nova Acta Regiae Soc. Sc. Upsaliensis, Upsala.
2. - Symbolae Bot. Upsaliensis, Upsala.
3. - Acta Phytogeographica Suecica, Upsala.
4. - Meddelanden från Goteborgs Bot. Trädgård, Gothebourg.
5. - Arkiv för Botanik, Stockholm.

**Suisse.**

1. - Candollea, Genève.
2. - Public. du Lab. et de l'Inst. de Bot. de l'Univ., Genève.
3. - Bericht über das Geog. Forschungsinst. Rübel, Zurich.

**Roumanie.**

1. - Bull. du Jard. et du Musée Bot. de Cluj., Cluj.
2. - Buletin ul fac. de Stünțe dir., Cernauti.

**Tchécoslovaquie.**

1. - Sbornik Ann. de l'Acad. Tchéc. d'Agr., Prague.
2. - Acta Botanica Bohemica, Prague.
3. - Preslia-Bull. de la Société Botanique Tchécosl., Prague.
4. - Naturwissenschaftliche Zeitschrift Lotos, Prague.
5. - Bull. de la Faculté des Sc. de l'Univ. Masaryk, Brno.

**U. R. S. S.**

1. - Bull. de l'Acad. des Sc. de l'U. R. S. S., Leningrad.
2. - Bull. du Jardin Bot. de l'Acad. des Sc., Leningrad.
3. - C. R. de l'Acad. des Sc. de l'U. R. S. S., Leningrad.
4. - Travaux du Musée Bot. de l'Acad. des Sc., Moscou.
5. - Moniteur du Jardin Bot. de Tiflis, Tiflis.
6. - Acta Horti Bot. Tadshikistanici, Chodshent.
7. - Cobemckaa Botanica, Leningrad.
8. - Acta Horti Bot. Univers. Asiae mediae, Taschkent.
9. - Memoirs of the Agricult. Institute of Kiew, Kiew.
10. - Bull. du Jard. Bot. de Kiew, Kiew.
11. - Flora U. R. S. S. Inst. Bot. Ac. Sc. U. R. S. S., Leningrad.
12. - Inst. of Forest Culture and Forest Melioration, Moscou.
13. - Flora et Syst. Plantae Vascularis, Leningrad.
14. - Plantae Cryptogamae, Leningrad.

**Yougoslavie.**

1. - Acta Bot. Inst. Bot. Universitatis, Zagreb.
2. - Bull. de l'Inst. et du Jard. Bot. de l'Univers., Belgrade.
3. - Bull. de l'Ac. des Sc. Mathém. et Nat., Belgrade.

CONTRIBUTION

A

L'ANATOMIE DU GENRE "SCIRPUS,,

par

**A. MONOYER**

---

Extrait des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liège*,  
3<sup>e</sup> série, tome XVIII.

---

## CONTRIBUTION

A

# L'ANATOMIE DU GENRE "SCIRPUS",

---

### INTRODUCTION

On connaît toute l'importance qui, en anatomie végétale, est attribuée à l'appareil vasculaire des végétaux supérieurs.

Or, pour établir la structure vasculaire d'une classe végétale, il faut choisir, entre plusieurs unités morphologiques possibles, celle qui correspond à la « phase » <sup>(1)</sup> d'évolution atteinte par la classe envisagée, ou une unité d'un ordre inférieur.

C'est ainsi qu'EG. BERTRAND et CÔRNAILLE (1902) ont pu débrouiller la structure si complexe des ptéridophytes, en utilisant comme unité le divergent; mais il serait illusoire de vouloir appliquer cette unité à l'étude des tiges de phanérogames parce que leurs structures correspondent à des phases ultérieures de l'évolution.

Par contre, ainsi que le dit très bien CHAUEAUD (1921, p. 134), une unité d'un ordre inférieur à celui du divergent, le convergent par exemple, pourra

---

<sup>(1)</sup> Nous attribuons ici au terme phase le même sens que celui qui lui est donné par Chauveaud (1911).

être appliquée avec succès à l'étude des ptéridophytes.

Ce qui est vrai pour les classes végétales l'est aussi pour les membres de la plante pris à l'état isolé. On sait, en effet, que chez un végétal déterminé, les différents membres sont loin d'être au même stade d'évolution : les rhizomes, par exemple, présentent des caractères plus anciens que les tiges dressées et les racines montrent des caractères primitifs, structure diploxylée, disposition alterne, qu'on ne retrouve que rarement dans les pétioles cotylédonaire et presque jamais dans les tiges, sauf précisément chez certains genres fossiles (*Sphenophyllum*).

Par conséquent la théorie de la triade de GRAVIS ou celle du convergent que CHAUVEAUD lui oppose peuvent être discutées à propos de racines, d'hypocotyles, voire de plantules, mais c'est vainement qu'on essaierait de retrouver ces unités dans la structure des tiges des plantes adultes actuelles. C'est pourquoi GRAVIS a utilisé dans ses travaux une autre unité, d'un ordre plus élevé : la « trace foliaire » <sup>(1)</sup>.

Extrêmement précise et simple dans sa nomenclature, la méthode des « traces foliaires », que son auteur A. GRAVIS (1898) appliqua avec succès à

---

(<sup>1</sup>) C'est HANSTEIN (1857) qui introduisit dans la science le terme « Blattspur » ou trace foliaire pour désigner « dans le cercle vasculaire commun d'une tige » l'ensemble des faisceaux appartenant à une même feuille. Mais beaucoup de botanistes ayant accoutumé d'appeler trace foliaire la cicatrice laissée sur la tige par la chute d'une feuille, nous appellerons dorénavant « trace vasculaire d'une feuille » (au lieu de trace foliaire) la section transversale dans la tige de l'ensemble des faisceaux d'une même feuille.

Il est à remarquer que cette trace vasculaire coïncide habituellement, à un certain niveau, avec la projection sur le plan horizontal, après rabattement, de la cicatrice foliaire.

l'étude de *Tradescantia Virginica*, permet d'établir clairement le type, jusqu'alors mal connu, des Comélinées.

La méthode des « traces foliaires » consiste à nommer <sup>(1)</sup> chacun des faisceaux d'une feuille et à les suivre dans la tige par des coupes successives exécutées de haut en bas. L'ensemble des faisceaux provenant d'une même feuille forme, dans la tige, la trace vasculaire de cette feuille. Le nombre, la constitution, la disposition et le parcours des traces vasculaires déterminent le type anatomique de la plante étudiée.

C'est cette méthode, dont la fécondité apparaîtra à la lecture de la liste des travaux qu'elle a engendrés (voir pp. 8 et suiv.), que nous choisirons à nouveau pour l'appliquer, cette fois, à l'étude du genre *Scirpus*.

Ce choix nous paraît justifié : en effet, l'unité utilisée dans la méthode des « traces foliaires » est naturelle, puisque déjà toute isolée dans la feuille, et de plus elle semble bien, d'après les travaux de nos prédécesseurs, correspondre au stade d'évolution atteint par les tiges des phanérogames adultes que nous avons surtout en vue ici.

\*  
\* \*

Avant de passer à l'exposé de nos recherches, nous croyons utile de répondre à la critique générale que

---

(1) Suivant la notation proposée par GRAVIS (Soc. roy. Bot., assemblée générale du 20 juin 1925), une feuille possédant onze faisceaux et occupant le nœud  $n$  sera représentée par la formule  $(umcLiMiLcmu)n$ , M désignant la nervure médiane; les faisceaux gemmaires seront représentés par la lettre G affectée de l'exposant correspondant à la feuille dans l'aisselle de laquelle ils ont pris naissance.

CHAUVEAUD, dans son traité (PAYOT, 1921), adresse aux anatomistes qui s'efforcent d'établir les différents types de structure réalisés par les végétaux vasculaires.

\*  
\* \*

Après avoir fait remarquer que les variations morphologiques dues à la manière d'être des feuilles « s'accompagnent de variations structurales, de telle sorte que la constitution vasculaire des différentes plantes possède, par ce seul fait, une grande diversité », CHAUVEAUD (p. 120) rappelle que c'est sur cette diversité que les anatomistes se sont basés pour constituer un certain nombre de types caractéristiques.

Poursuivant son exposé (p. 121), le célèbre anatomiste s'exprime en ces termes : « Ensuite, on chercha à expliquer l'origine de ces différents types de structure et à les faire dériver les uns des autres, ce qui donna naissance à un certain nombre d'interprétations », et conclut : « La description de ces types n'a pas pour nous une importance fondamentale, puisqu'ils correspondent simplement à des arrangements différents des divers systèmes conducteurs élémentaires ».

En résumé, CHAUVEAUD affirme que des espèces très différentes par la grandeur, la composition et la disposition des feuilles, ayant à cause de cela des constitutions vasculaires très différentes, sont rattachées par les anatomistes à divers types, même lorsqu'elles sont très voisines au point de vue parenté.

Que faut-il penser de semblable opinion et notamment quelle attitude doivent prendre les morphologistes qui poursuivent, comme but de leurs recherches, l'établissement de types structuraux basés sur l'étude des traces vasculaires ?

Nous croyons que la critique de CHAUVEAUD repose sur l'examen de travaux anatomiques du genre de ceux publiés par FALKENBERG et DE BARY.

Par contre, certains travaux plus récents semblent échapper à cette critique.

Il y a donc lieu de comparer les méthodes employées et, par cette comparaison, d'essayer d'expliquer la valeur variable des résultats obtenus.

Si nous étudions, par exemple, les travaux de DE BARY <sup>(1)</sup>, nous constatons qu'il a rangé dans le type *Commélinées*, les *Potamogeton* à grandes feuilles et dans le type *Phanérogames* à cordon axile, les *Potamogeton* à très petites feuilles.

Le reproche formulé par CHAUVEAUD est donc fondé en ce qui concerne les types établis par de BARY et par ceux qui ont employé des méthodes d'investigation analogues à celles utilisées par cet auteur.

Examinons ces méthodes : de BARY se borne à l'observation d'une coupe transversale dans un entrenœud et d'un sommet de tige éclaircie par la potasse. L'étude par transparence d'une tige éclaircie conduit presque fatalement à des erreurs, ainsi que GRAVIS l'a démontré dès 1898 (*Tradescantia Virginica*, p. 81) <sup>(2)</sup> : quant à l'examen d'une seule coupe transversale, il ne permet pas d'établir un type de structure.

En effet, la structure varie suivant l'âge, le niveau, la hauteur et les conditions biologiques; c'est ce que GRAVIS a illustré dans son *Urtica Dioica* (1885) <sup>(3)</sup>.

(1) Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. (*Handbuch der Physiologischen Botanik*, von W. HOFMEISTER, 1877.)

(2) 1898. *Acad. roy. de Belgique*, t. LVII, in-4°.

(3) 1885. *Ibid.*, t. XLVII, in-4°.

Dans cet ouvrage, en effet, l'auteur insiste, presque à chaque page, sur les variations anatomiques considérables observées dans une même espèce et aux différents niveaux d'un même individu.

Il est donc de toute évidence que les types anatomiques basés sur l'étude sommaire des traces foliaires et établis par des auteurs tels que FALKENBERG et DE BARRY, qui n'ont étudié qu'une portion d'un seul individu, sans se préoccuper ni de l'âge, ni de la hauteur, ni du niveau, ni des conditions biologiques, doivent être considérés comme ayant une importance discutable.

Nous comprenons donc parfaitement l'opinion de CHAUEAUD à leur égard.

Par contre, certains travaux d'anatomie modernes, et particulièrement ceux de l'École de Liège, ne peuvent être confondus avec les productions des classiques allemands.

En effet, dans ces travaux, les auteurs se sont donné à tâche de relever précisément l'erreur signalée par CHAUEAUD et d'éliminer ainsi une des raisons qui firent tenir en suspicion par le savant français toutes les productions des tenants des traces foliaires.

Ainsi tous les mémoires mettant en application la théorie des traces foliaires, et publiés sous la direction de GRAVIS, échappent à la critique, du reste justifiée, de CHAUEAUD, leurs auteurs ayant eu soin de distinguer les caractères biologiques des caractères phylétiques.

Nous nous permettrons de rappeler brièvement quelques-uns de ces travaux.

LENFANT <sup>(1)</sup>, dans un mémoire sur le genre *Delphi-*

---

(1) Contribution à l'anatomie des Renonculacées : le genre *Delphinium*. (*Mém. Soc. roy. des Sciences de Liège*, 2<sup>e</sup> série, t. XIX, 1896.)

*nium*, caractérise ce genre en étudiant, pour chaque espèce, les stades embryon, plantule, adulte de plusieurs individus. Chaque stade est étudié dans toute son étendue, chose extrêmement importante au point de vue qui nous occupe, et en tenant compte des relations entre la complication et la simplification des appendices foliaires, et la structure vasculaire de la tige.

MANSION <sup>(1)</sup>, ayant constaté les variations étendues que présentait la structure de *Thalictrum flavum*, a montré, une fois de plus, qu'il était nécessaire d'étudier, en coupes successives, un nombre très considérable de régions anatomiques, avant de pouvoir établir le type structural d'une plante.

GRAVIS et DONCEEL <sup>(2)</sup>, observant le *Chlorophytum elatum*, plante à facies assez semblable à celui de *Tradescantia Virginica*, montrent qu'il est possible, grâce à l'anatomie comparée, basée sur l'étude « des traces foliaires », de distinguer les caractères parentaux des caractères d'adaptation.

LONAY <sup>(3)</sup>, par l'étude embryologique d'un nombre considérable d'espèces, a clairement démontré que « la morphologie interne des organes offre des faits qui, joints aux diagnoses employées jusqu'à présent, contribueront à consolider les groupes naturels déjà établis et permettront sans doute de corriger ce que certaines divisions présentent encore d'artificiel ».

GOFFART <sup>(4)</sup> a fait pour les feuilles des *Renoncula-*

(1) Contribution à l'anatomie des Renonculacées : le genre *Thalictrum*. (Mém. Soc. roy. des Sciences de Liège, t. XX, 1897.)

(2) Anatomie comparée du *Chlorophytum elatum* (Ait) et du *Tradescantia virginica* L. (*Ibid.*, 3<sup>e</sup> série, t. II, 1900.)

(3) Idem. Structure des péricarpes et des spermodermes. (*Ibid.*, 3<sup>e</sup> série, t. III, 1900.)

(4) Recherches sur l'anatomie des feuilles dans les Renonculacées. (*Ibid.*, 3<sup>e</sup> série, t. III, 1900.)

cées ce que NIHOUL, LENFANT et MANSION avaient fait pour les tiges.

Dans une même espèce, il a étudié les variations structurales subies par une feuille déterminée dans toute son étendue au cours de sa croissance. Il a comparé également les structures diverses présentées par les différentes feuilles suivant le niveau de leur insertion sur la tige. Enfin, il a donné une portée très grande à ses recherches par l'étude d'un grand nombre de genres et d'espèces.

Ce sont ces variations vasculaires, dues principalement à la manière d'être des feuilles, que nous avons eu soin de mettre en évidence dans notre étude du *Scirpus lacustris* (1928) <sup>(1)</sup>. Nous avons montré les différences individuelles causées par le plus ou moins grand développement des feuilles, des bractées, de la hampe.

En étudiant successivement des individus moyens, grêles, très vigoureux, ce qui nous permit de noter les caractères qui restaient invariables, nous avons pu séparer les variations individuelles et les adaptations spécifiques, des caractères que nous considérons comme phylétiques.

Au sujet des *Potamées* (1928) <sup>(2)</sup>, nous avons été plus loin. L'étude d'un grand nombre d'espèces nous a permis de distinguer, outre les caractères spécifiques, les caractères génériques eux-mêmes, et cela malgré toutes les variations possibles dues aux appendices foliaires.

Lorsque CHAUVEAUD affirme que les variations morphologiques des feuillés s'accompagnent de variations

---

(1) 1928. *Acad. roy. de Belgique*, in-8°, t. X, pp. 11 à 38.

(2) *Idem*, t. X, pp. 56 à 79.

structurales vasculaires, nous reconnaissons donc parfaitement l'exactitude de cette affirmation.

Il est évident, par exemple, que dans un même individu, une feuille cotylédonaire, petite, entière, n'ayant qu'une nervure, une feuille végétative large, voire découpée, à nombreuses nervures, et enfin une bractée scarieuse, n'auront pas, toutes trois, des traces vasculaires identiques.

Un nœud vers la base pourra ne porter que des stipules (*Potamogeton*) et, par conséquent, dans ce cas, il n'y aura pas, à ce niveau, de rentrée de faisceaux importants.

Mais à travers toutes ces variations, par l'étude de l'ensemble d'un végétal et par la comparaison de plusieurs individus d'une même espèce et d'espèces voisines, on peut entrevoir une notion schématique ne comprenant que des traits essentiels; cette notion, en même temps qu'elle constitue pour l'esprit de l'anatomiste l'entité-espèce, caractérise étroitement l'ordre architectural réalisé par le système vasculaire de la plante étudiée.

En résumé, s'il est vrai, comme l'affirme CHAUVEAUD et comme nous l'admettons, que la manière d'être des feuilles est cause d'une grande diversité dans la constitution vasculaire des différentes plantes, il est vrai aussi, comme nous croyons l'avoir suffisamment exposé, que l'anatomie comparée appliquant judicieusement « la théorie des traces foliaires » peut éliminer les caractères dus uniquement à ce facteur.

---

## HISTORIQUE

Les *Cypéracées* ont été l'objet de quelques travaux anatomiques; mais ces travaux portent la marque de l'époque qui les a produits et cette époque est celle de l'enfance de l'anatomie végétale. On se bornait alors à décrire des formes de cellules, parfois la constitution des tissus; là s'arrêtait la recherche. Ce n'est qu'à une époque relativement récente que les auteurs, lassés de ces études de détails histologiques isolés, eurent l'idée de rechercher des types de structure anatomique et d'en faire une étude comparative.

GUETTARD (1747), dans ses *Observations sur les Plantes*, signale qu' « on rencontre des valvules ou diaphragmes dans plusieurs plantes aquatiques », (II, p. 184).

MEYEN (1830) a décrit les différentes formes de cellules que l'on peut rencontrer chez les végétaux; c'est ainsi qu'il a été amené à figurer les cellules étoilées des compartiments aérifères du *Scirpus lacustris* (voir tab. VI, fig. 1 de la phytotomie de cet auteur). En 1837, dans un autre ouvrage, MEYEN fait l'étude spéciale des « lacunes à air » et figure les diaphragmes qui les subdivisent. Cependant, il ne semble pas qu'il ait rencontré de diaphragmes vasculifères (I, pp. 294-317).

DE MIRBEL (1843) affirme que « dans les Graminacées, les Cypéracées, les Bananiers, les Smilacées, les Iridées, les nervures marchent isolées et ne se communiquent point par des veines anastomosées » (I, p. 151).

DESMOULIN (1849) a publié une note sur les feuilles du *Scirpus lacustris*.

CHATIN (1856) décrit et figure les diaphragmes chez diverses Monocotylées; lui non plus n'a pas l'attention attirée par les diaphragmes vasculifères (pp. 5, 8, 11, etc., pl. I, fig. 4, 5 et II, fig. 2, 3, 4).

DUVAL-JOUE (1869) étudie diverses Monocotylées qui ont été improprement dénommées « à nœud », tels *Juncus articulatus* et *Juncus nodosus*. Cette désignation erronée provenait de ce que, par la dessiccation, le parenchyme des feuilles s'affaissait de part et d'autre de chaque endroit occupé intérieurement par un diaphragme horizontal. L'auteur décrit longuement la formation du parenchyme étoilé qui occupe les lacunes aérifères <sup>(1)</sup>.

Plus tard DUVAL-JOUE (1873) publie un mémoire qui traite spécialement des diaphragmes vasculifères des Monocotylées aquatiques. L'auteur donne (t. VIII, pl. 8, fig. 2) une bonne représentation d'un de ces diaphragmes et des cellules qui le composent; on voit très bien deux branches vasculaires.

Enfin DUVAL-JOUE, en des conclusions très claires, résume son ouvrage, l'un des meilleurs qui aient été publiés sur la question; nous donnons ici un aperçu de ses conclusions (pp. 174-175) :

« Chez *Luzula maxima*, *Scirpus lacustris*, *Cyperus lacustris*, *Cyperus fuscus*, *Cyperus serotinus*, etc., les diaphragmes vasculaires des tiges, des pétioles et des feuilles ne s'étendent que sur une seule lacune ayant à son pourtour au moins autant de faisceaux longitudinaux que de faces.

» Chez d'autres plantes, ces diaphragmes peuvent s'étendre sur plusieurs lacunes...

---

(1) *Bull. Soc. Bot. de France*, séance du 24 décembre 1869, t. XVI.

» Les réseaux vasculaires qui accompagnent les diaphragmes occupent diverses positions chez les différentes plantes; chez le *S. lacustris*, ils sont accolés sous le diaphragme; chez le *Cyperus papyrus*, ils rampent dans leur épaisseur etc. ». « La forme des cellules du diaphragme, différente de celle des autres cellules du parenchyme, est toujours telle qu'elle présente de grands méats permettant le passage du gaz. L'existence de diaphragmes paraît liée à la vie aquatique, puisque des espèces voisines possèdent ou non des diaphragmes, suivant qu'elles habitent des endroits humides ou la terre ferme... »

D'autres auteurs encore ont travaillé dans le même sens que DUVAL-JOUE, sans apporter de faits nouveaux; nous n'en parlerons donc pas.

Précédemment les anatomistes, suivant en cela l'exemple de DESFONTAINES (1798), avaient cru qu'il n'existait qu'un type monocotylé, le type Palmier; mais les auteurs de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle comprirent qu'il y avait lieu d'en distinguer plusieurs dans cette grande classe végétale. On voit donc apparaître, pendant cette période, une série d'ouvrages établissant des « types » d'organisation qui correspondraient à des groupes de plantes, groupes toujours très artificiels, comme dans toute classification à ses débuts.

FALKENBERG (1876) et de BARY (1877) ne crurent pas devoir séparer le *Scirpus* du type Palmier tel qu'ils l'établissaient.

VAN TIEGHEM (1884), sous le titre *Espaces intercellulaires formés par destruction* (p. 674), signale les espaces formés par destruction locale du parenchyme dans les tiges ou les feuilles de diverses plantes : *Papyrus*, *Juncus*, *Carex*, *Typha*, *Scirpus*, etc. « Ces cavités

continues d'un nœud à l'autre chez certaines plantes sont interrompues par des diaphragmes chez d'autres espèces. Ces diaphragmes sont de même nature que le tissu détruit; dans les feuilles, ils renferment les anastomoses transverses des nervures ». VAN TIEGHEM signale que dans le rhizome des *Scirpus*, le faisceau foliaire médian et un certain nombre de latéraux pénètrent directement dans le « cylindre central », tandis que les autres latéraux et les marginaux descendent dans l'écorce pendant plusieurs entre-nœuds avant de faire retour au « cylindre central » (p. 748). En résumé, VAN TIEGHEM admet que chez *Scirpus* la course des faisceaux est semblable à celle du type Palmier, avec cette modification que chez *Scirpus*, « les faisceaux du cylindre sont unis latéralement en réseau par de courtes branches d'anastomoses transverses (p. 749); ces branches sont logées dans l'épaisseur des diaphragmes qui interrompent les canaux aérifères ».

COSTANTIN (1886). Dans un long mémoire, cet auteur expose les formes diverses que peuvent présenter les feuilles des plantes aquatiques. Il essaie de justifier, par l'influence du milieu, la morphologie externe et la structure interne de ces organes.

Notons qu'à propos de *Scirpus lacustris*, il a observé que cette espèce possède, dans les eaux rapides de la Marne, des feuilles longues de 1<sup>m</sup>80, alors que dans les bassins du Muséum de Paris ces mêmes feuilles n'ont que 15 centimètres maximum.

RAUNKIAER (1895), a fait une excellente étude des organes végétatifs du genre *Scirpus*. Il s'est attaché particulièrement à exposer la végétation du rhizome chez quelques espèces, notamment le système de ramification et la succession des générations (pousses du sympode). Au point de vue écologique, RAUN-

KIAER a observé que *Scirpus lacustris*, lorsqu'il est jeune, possède des feuilles avec un limbe très long et pas de hampe élaboratrice.

PLOWMAN (1906) publie une note sur la phylogénie des Cypéracées. Ce travail fait surtout appel aux caractères histologiques de la stèle (au sens de VAN TIEGHEM), de l'endoderme, de la moelle, des faisceaux, mais ne parle qu'incidemment du parcours de ces derniers et des traces foliaires.

GLUCK (1911) a observé un certain nombre de *Scirpus* présentant des formes terrestres, amphibies et submergées sur lesquelles il a exécuté de nombreuses mensurations, se bornant du reste à la morphologie externe.

LE BLANC (1912) étudie les diaphragmes chez un grand nombre de Monocotylées et de Dicotylées; son travail est une sorte de revision des connaissances acquises par les auteurs que nous avons cités précédemment.

SNOW LAETITIA (1914). L'ouvrage de cet auteur traite d'une manière particulièrement claire la question des diaphragmes et du parenchyme étoilé chez *Scirpus validus* <sup>(1)</sup>. L'auteur admet que les diaphragmes sont caractéristiques des plantes aquatiques ou semi-aquatiques; cependant on ne constate pas de différence, soit dans l'existence, soit dans la composition des diaphragmes, suivant que l'on considère les parties submergées ou émergées d'une même plante. Les cellules des diaphragmes et les cellules étoilées auraient une origine commune : elles proviendraient d'un parenchyme ordinaire. Celui-ci, par un étirement passif, donnerait des cellules étoilées, tandis que les diaphragmes se formeraient aux endroits où le tissu, ayant conservé des caractères jeunes, serait con-

(1) *Scirpus validus* Vahl = *Scirpus lacustris* L.

stitué de cellules se recloisonnant activement. Chaque groupe de 2, 3, 4 ou 5 cellules des diaphragmes aurait pour origine une cellule mère qui s'est divisée parallèlement à son plus grand axe. Tous les diaphragmes du *Scirpus validus* sont vasculifères et supportent ce que l'auteur nomme très exactement « cross bundles ».

Cependant les diaphragmes ont d'autres fonctions : soutien, circulation de l'air par les perforations, élaboration de substances chimiques etc...

ARBER AGNES (1920) cite *Scirpus lacustris* comme exemple d'hétérophylle (feuilles nageantes et bractées aériennes).

DE BRUYNE (1922) considère les diaphragmes des plantes aquatiques comme jouant, concurremment avec les idioblastes (poils internes), un rôle de soutien, en permettant au végétal de résister aux flexions et tractions auxquelles il est soumis par les mouvements de l'eau (pp. 452-455).

CHERMEZON (1928) étudie la valeur morphologique des feuilles ensiformes des Cypéracées et en fait l'étude anatomique (parenchyme en palissade, stomates, etc.).

HICKS (1928) montre que la connaissance des éléments chromosomiques permet de conclure que bon nombre d'espèces de *Scirpus* sont des hybrides (recherches faites sur les *Scirpus* américains).

GRAVIS (1929) fait remarquer qu'il y a lieu de distinguer aphyllie et xérophylle, des plantes aquatiques comme les *Scirpus* pouvant être aphylls.

GRAVIS (1930), par l'étude de l'aphyllie chez *Genista radiata*, apporte une confirmation nouvelle aux théories de LAMARCK. Ce travail est très important à notre point de vue, puisqu'un grand nombre de *Scirpus* sont aphylls.

## MATÉRIEL

---

### I. — EUSCIRPUS

#### Section 1. — **Phylloscirus.**

##### *Scirpus sylvaticus* L. :

1. Colonstère, leg. Goffart.
2. Hantes-Wihéries, leg. Monoyer.
3. Entre Hauderberg et Loozen, leg. R.-C.-J. Van der Scheer; herb. J. B. Lg., 167.
4. Waldsumpfe, Coblenz; herb. J. B. Lg., IV, 9, 110.
5. Ruisseau à Sarolay, leg. E. Marchal.
6. Prairie humide à Mortroux; herb. J. B. Lg.

##### *Scirpus maritimus* L. :

1. Le Zoute, leg. Monoyer.
2. Bords de la Meuse, leg. Marchal; herb. J. B. Lg. 108.
3. Ad lacum Taupo, S. Berggren. Ins. boréal, Nouv.-Zélande; herb. J. B. Lg.
4. Fl. germ. Les vieux lits de la Meuse, herb. J. B. Lg. 263.
5. Bords de la Moselle à Wormeldange, Ehmen, Greweldange; herb. J. B. Lg.
6. Fossé à Nieuport; herb. J. B. Lg.
7. Bords de la Meuse à Soumagne (Liège), leg. Marchal; herb. J. B. Lg. 108.
8. Bords de l'Escaut à Anvers; herb. J. B. Lg.
9. Bot. Museum of Melbourne, var. *digyna*, Swanport, leg. Story. Ferd. Mueller, PH et MD; herb. J. B. Lg. 3229.

#### Section 2. — **Blysmus.**

##### *Scirpus compressus* Pers. :

1. La Hulpe, Thielens et Devos; herb. J. B. Lg. 287, Kickxia Belgica.
2. Marais à Sart (Liège), leg. Marchal; herb. J. B. Lg. 28.
3. Somme-Nercourt, herb. J. B. Lg.

Section 3. — **Schoenoplectus.**

*Scirpus lacustris* L. :

1. Étang du J. B. Lg.; familles du J. B. Lg.
2. Chertal : frayères de l'Etat, leg. Monoyer.
3. Hermalle (mare), leg. Marchal; herb. J. B. Lg.
4. Ad lacum Rotura, Ins. boréal, Nouv.-Zélande; herb. J. B. Lg. 3229. S. Berggren.
5. Rockampton. Fhozet. Government Bot., Melbourne; herb. J. B. Lg. 1873.
6. Marécages à Pack; herb. J. B. Lg., IV, 6, 110.
7. Les vieux lits de la Meuse, herb. J. B. Lg.
8. Wien, leg. Kolbe; herb. J. B. Lg.
9. Flora of Colorado, altitude 5000 Feet. Along the Platte River, Denver. Collected by Marcus E. Jones, A. M.; herb. J. B. Lg. 652.

*Scirpus triquetus* L. :

1. Bords de la Dyle, leg. Marchal; herb. J. B. Lg., CXI-4 et 110.
2. Les bords du bas-Escaut, comm. par Dumortier; herb. J. B. Lg. 261.
3. Herbier Charles Baguet, Louvain, Duffel; herb. J. B. Lg.

*Scirpus pungens* Vahl. :

1. Bas-Escaut, herb. J. B. Lg. 262; St. Oriens Pond Jersey, leg. Piquet.
2. Colorado Springs. Altitude 5500 Feet. Collected by Marcus E. Jones, A. M.; herb. J. B. Lg. 812.
3. *S. Rothii*, Hopp in sturm, Deutschl. Fl. les bords du bas-Escaut; herb. J. B. Lg. 262.

*Scirpus mucronatus* L. :

1. St. Paul de Varax (Ain), leg. Fray; herb. J.-P. Fray (herb. J. B. Lg.).
2. Am Kosbacher Weiber bei Erlaugen, P. Rensch., herb. J. B. Lg. IV, 7, 110.

Section 4. — **Baeotryon.**

*Scirpus caespitosus* L. :

1. Baraque Michel, leg. Goffart.
2. Mont-Rigi (Belgique), leg. Monoyer.
3. Entre Maeseyck et Neerveteren, herb. J. B. Lg; leg. Th. Durand.

4. Environs d'Obourg (Hainaut), herb. J. B. Lg. 4, 2, 110; leg. Martinis.
5. Haren, près Groningue, leg. Hell; herb. J. B. Lg.
6. Bruyères Casteau-Masnuy (Hainaut), herb. J. B. Lg., IV, 2, 110; leg. Martinis.

*Scirpus alpinus* Schleich. :

Au Schwarzsee, leg. Favat et au Raefel sur Zermatt, Suisse; herb. J. B. Lg.

*Scirpus pauciflorus* Lightf. :

1. Visé, leg. Marchal; herb. J. B. Lg. CXI-4.
2. Montagne Saint-Pierre, à Lixhe; herb. J. B. Lg.; leg. Donckier.
3. Lieux humides, Bergh (Brabant), herb. J. B. Lg. IV, 1, 110; leg. Wesmael.
4. Bords de la mer et près de Tournay, herb. J. B. Lg. 257; comm. par Dumortier.
5. Prairies marécageuses près de Virton; herb. J. B. Lg. 4, 1, 110; leg. Marchal.

II. — **ISOLEPIS**

Section 1. — **Holoschoenus.**

*Scirpus holoschoenus* L. :

1. Familles du J. B. Lg.
2. Knocke, herb. J. B. Lg.; leg. Cogniaux et Marchal.
3. Bords du lac Léman, sous Lausanne (Suisse); herb. J. B. Lg.; leg. Favrat.
4. Embouchure de l'Aubonne dans le lac Léman, à une lieue de Rolle; leg. Leresche; herb. J. B. Lg.

Section 2. — **Euisolepis.**

*Scirpus setaceus* L. :

1. Lanaeken, herb. J. B. Lg.
2. Endroits humides, Cortenbosch; herb. J. B. Lg., IV, 4, 110; leg. Vandeborn.
3. Bois humides à Beauwelz (Hainaut); herb. J. B. Lg. 107; leg. Lecoyer.
4. Lieux humides, Masnuy (Hainaut); leg. Martinis; herb. J. B. Lg. 29.

*Scirpus supinus* L. :

1. Bords des étangs entre Commenailles et Bletterans (Jura), 220 m., sols siliceux, sablonneux; leg. Michalet; herb. J. B. Lg.
2. Saône-et-Loire : Montret et Beaurepaire, près Lauhans. — Côte-d'Or : Labergemont près Seurre; herb. J. B. Lg., XCVIII; leg. Moniez.
3. Plaine sablonneuse humide, Saint-Pierre du Corps (Indre-et-Loire); herb. J. B. Lg.; leg. Delaunais.

Section 3. — **Eleogiton.**

*Scirpus fluitans* :

1. Entre Kinroye et Neerveteren; leg. Goffart.
2. Pas-de-Calais, fossés des forts, à Helfaut; Gérard; herb. J. B. Lg. XCVIII.
3. Herbier Henri Van Heurck, environs d'Aerschot; herb. J. B. Lg., 4, 3, 110.
4. Fossés des bruyères de Diepenbeek, H. Vanderborn; herb. J. B. Lg., 4, 3, 110.
5. Les ruisseaux près Zonivel, Bluf. et Fing. Comp.; herb. J. B. Lg. 266.
6. Mares à Westmeerbeek, leg. Lecoyer; herb. J. B. Lg.

*Scirpus tenuissimus* Böck. :

Catalogus geographicus plantarum Africae Australis Extratropicae  
726 A.

Section 4. — **Nemum.**

*Scirpus spadiceus* (Desv.) Böck. :

Aug. Chevalier : Plantes de l'Oubangui et du Chari, J. B. Br.,  
n° 5980.

Section 5. — **Androcoma.**

*Scirpus Cubensis* Kunth. :

1. Herb. of Columbia College, New-York, J. B. Br., 45.
2. Herb. de Cuba, prov. de Habana. Mus. bot. Berol., 3385 (Berlin-Dalhem).
3. Plantae Cubensis Wrightiana, Mus. bot. Berol., 3380 (Berlin-Dalhem).

*Scirpus giganteus* Kunth. :

Herb. Reg. Berolinense. Brasilia Sellow legit.

---



## CHAPITRE PREMIER

### SCIRPUS SYLVATICUS L.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

Le *Scirpus sylvaticus* forme des touffes vivaces, denses et très feuillues qu'on trouve habituellement dans les endroits assez humides: aux bords des rivières, sur les rives des ruisseaux de sous-bois et dans les prairies où s'étalent et se perdent des eaux de sources.

Dans les bois montueux, nous avons rencontré les *Scirpus sylvaticus* en touffes isolées et assez distantes les unes des autres. Chaque touffe est en général constituée par le buissonnement d'un seul individu qui tend à coloniser la « marche » boueuse du ruisseau sur laquelle il a pris naissance.

Au contraire, dans les prairies humides, le *S. sylvaticus* parvient à occuper de grandes étendues: à Hantes-Wihéries, dans une prairie riveraine de la Thure, nous l'avons vu couvrir un espace de plusieurs ares, qu'il colonise en compagnie de Joncs et de Carex.

Le *Scirpus sylvaticus* est répandu dans presque toute l'Europe; il manque au Sud de la Méditerranée et dans les régions arctiques; on le retrouve dans le Caucase, en Sibérie et en Amérique septentrionale. Il semble donc bien qu'on puisse le considérer comme une espèce de la zone tempérée de l'hémisphère nord.

Suivant les conditions dans lesquelles il vit, le *Scirpus sylvaticus* atteint un développement fort inégal; lorsque les conditions sont très favorables, cette espèce est très vigoureuse et porte à plus de 1<sup>m</sup>50 de hauteur de volumineuses inflorescences, à divisions nombreuses et longuement pédonculées, formant des panicules dont les épillets sont petits et verts, brunissant légèrement à la maturité. Le limbe de ses feuilles est rubané et atteint 80 centimètres de longueur.

Chez les individus particulièrement vigoureux, certains bourgeons de la tige végétative dressée se développent en ramifications latérales fertiles.

Placé dans de mauvaises conditions, sol trop sec et trop éclairé, le *Scirpus sylvaticus*, bien que continuant à vivre, ne porte plus que des inflorescences rares et courtes; sa taille n'atteint souvent que 30 à 35 centimètres de hauteur.

Le mode de végétation du *S. sylvaticus* se retrouvant avec peu de variantes chez tous les *Phylloscirpus*, il y a lieu, nous semble-t-il, de le décrire avec quelques détails, en utilisant à cette fin une pousse florifère de vigueur moyenne telle qu'elle est figurée planche I.

Chaque pousse est constituée par un long rhizome enfoui à une faible profondeur dans le sol et comprenant  $n$  segments de 1 à 3 centimètres; ce rhizome, couleur brique, végète en sympode; il est peu ramifié et dans sa majeure partie recouvert par des feuilles rudimentaires, sorte d'écailles brunâtres de 2 centimètres de longueur.

A partir du nœud que nous avons marqué  $n$ , le rhizome de la pousse se redresse en formant un coude (comprenant deux entre-nœuds) qui porte la tige aérienne. Celle-ci est formée de huit segments garnis

de feuilles grandes, rubanées et carénées; ces feuilles se composent d'un limbe, large seulement de 1 centimètre, mais atteignant, dans cet individu, 30 centimètres de longueur, et d'une gaine close, longue de 3 à 4 centimètres, entourant la tige.

Une hampe de 14 centimètres de longueur, composée d'un seul entre-nœud, nettement trigone, comme du reste toute la tige dressée, supporte les inflorescences; ces inflorescences sont accompagnées de trois bractées 11, 12, 13 de grandeurs décroissantes, dont la plus longue, dans l'exemplaire figuré, mesure 13 centimètres et la plus courte 6 centimètres.

Trois inflorescences latérales  $G^{11}$ ,  $G^{12}$ ,  $G^{13}$ , longuement pédonculées et à fleurs très nombreuses, existent dans l'aisselle de ces bractées. En outre une quatrième inflorescence T, plus courte, mais non moins florifère que les trois latérales, surmonte la hampe et mérite le nom d'inflorescence terminale.

En résumé, *S. sylvaticus* présente extérieurement les caractères normaux que l'on est habitué à rencontrer chez une plante terrestre à rhizome, dont la pérennité de l'individu n'est assurée que par l'existence d'organes souterrains, les portions aériennes feuillues et les inflorescences étant détruites chaque année.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

### a) Parcours des faisceaux dans l'inflorescence.

Une coupe transversale exécutée 1 centimètre au-dessus de l'insertion de la plus grande bractée (en *a* de la pl. I) montre, au centre, le pédoncule à section triangulaire marqué T, de l'inflorescence terminale (pl. II, fig. 1). Ce pédoncule est orienté de telle manière que ses trois arêtes alternent avec les trois

pédoncules des inflorescences latérales qui l'entourent. Les inflorescences latérales marquées  $G^{11}$ ,  $G^{12}$ ,  $G^{13}$ , nées dans l'aisselle des trois bractées, sont accompagnées chacune d'une préfeuille très bien développée.

Le pédoncule terminal et les trois pédoncules latéraux contiennent chacun une cinquantaine de faisceaux, en tout 197; les trois préfeuilles contiennent ensemble 86 faisceaux et les trois bractées 75 faisceaux, soit au total 358 pour toute l'inflorescence. Les coupes suivantes, exécutées aux niveaux *b*, *c*, *d*, *e* de la planche I, montrent comment les faisceaux des bractées, des préfeuilles et des inflorescences latérales « rentrent successivement », suivant l'expression des anatomistes, dans la hampe et s'anastomosent entre eux (pl. II, fig. 2, 3, 4), de telle manière que la hampe n'en contienne que 106 dans sa partie supérieure (pl. III, fig. 1; niveau *e* de la pl. I).

En résumé, l'étude du parcours des faisceaux dans l'inflorescence du *S. sylvaticus* montre que celle-ci est richement vascularisée ainsi que ses bractées, dont les dimensions permettent une active photosynthèse.

#### *b*) Parcours des faisceaux dans la hampe.

Chez *S. sylvaticus* (pl. III, fig. 2), nous trouvons à la base de la hampe (niveau *f* de la pl. I) le même nombre de faisceaux qu'à son sommet, soit 106 dans l'exemplaire décrit. Des coupes successives démontrent l'identité de ces faisceaux dans toute la longueur de la hampe qu'ils parcourent en restant proches de la périphérie et en décrivant des trajets parallèles : ce parcours correspond à la structure nor-

male d'un axe constitué par un seul segment, c'est-à-dire ne comprenant qu'un seul entre-nœud (pl. XXI, fig. 1, schéma réduit du parcours des faisceaux).

**c) Parcours des faisceaux dans la tige dressée.**

Une feuille végétative de *S. sylvaticus* contient dans la gaine, près de son insertion sur la tige, environ 50 faisceaux dont les principaux marqués  $u'''$ ,  $u''$ ,  $u'$ ,  $u$ ,  $m$ ,  $c$ ,  $L$ ,  $i$ ,  $M$ ,  $i$ ,  $L$ ,  $c$ ,  $m$ ,  $u$ ,  $u'$ ,  $u''$ ,  $u'''$  sont libéro-ligneux (pl. III, fig. 3); les autres, très petits, sont peu ou pas conducteurs; ils pénètrent cependant dans la tige, où ils ont un trajet très court.

Malgré ce nombre élevé d'éléments vasculaires provenant des feuilles végétatives, nous avons pu, par des coupes successives, suivre les faisceaux de l'inflorescence et ceux des feuilles de la tige dressée jusqu'à la base de celle-ci.

Ces faisceaux parcourent des trajets plus ou moins longs suivant leur importance respective, mais restent localisés à la périphérie du végétal; à chaque nœud, un certain nombre d'entre eux s'anastomosent et sont remplacés par les faisceaux provenant de la feuille du nœud considéré, de sorte que le nombre total des faisceaux n'augmente guère.

La planche III, figure 3, qui est une coupe près de la base de la tige dressée (en *g*), contient 128 faisceaux qui se répartissent comme suit : 9 faisceaux (en noir) provenant de l'inflorescence et de ses bractées et 122 faisceaux correspondant à cinq traces vasculaires des feuilles de la tige dressée : les faisceaux provenant d'une même feuille sont, sur la figure, reliés par une ligne en signes particuliers.

Pour donner une idée des modifications subies par

la trace vasculaire d'une feuille déterminée, aux divers niveaux de la tige, on peut décrire dans des coupes successives, faites de bas en haut, les différents aspects pris par cette trace vasculaire; mais on peut aussi, dans certains cas spéciaux et après avoir identifié tous les faisceaux, se représenter ces modifications en considérant, dans l'ordre phyllotaxique, les différentes traces vasculaires contenues dans une seule coupe transverse. C'est ainsi que de la considération de la coupe, planche III, figure 3, on peut déduire l'allure que prend chaque trace vasculaire aux différents niveaux et l'exprimer comme suit : au niveau de la rentrée (trace 6 en points-tirets), les faisceaux d'une même feuille forment un triangle à côtés presque rectilignes; à un niveau plus bas, la trace vasculaire s'ouvre par la disparition des faisceaux ultimes les plus petits dont le trajet est très court (trace 7 en croix); plus bas encore, la trace vasculaire, tout en se rapprochant du centre, perd d'autres petits faisceaux, de telle sorte qu'elle prend l'aspect d'un V dont l'angle serait occupé par un faisceau médian M. En même temps, les faisceaux les plus gros se rapprochant plus du centre que les autres, la trace forme des lignes en zigzag; ceci va s'accroissant aux niveaux inférieurs (trace 9 en traits discontinus).

Enfin, comme l'angle du V était occupé par un médian, c'est-à-dire par le faisceau qui se rapproche le plus du centre, le V primitif se transforme en un W aux branches divergentes et brisées (trace 10).

Toutes les traces vasculaires finissent par s'enchevêtrer, mais cependant elles gardent l'ordre phyllotaxique qui a présidé à leur naissance (voir schéma du parcours des faisceaux pl. XXI, fig. 1).

d) **Parcours des faisceaux dans le rhizome.**

Comme la plupart des rhizomes, celui du *S. sylvaticus* possède une stèle entourée d'une épaisse zone corticale. Les faisceaux, provenant de la tige feuillée et de la hampe, traversent la zone corticale, qu'ils quittent pour pénétrer dans la stèle. Dans cette stèle ils accomplissent un trajet comparable à celui décrit par les faisceaux de palmier <sup>(1)</sup>, c'est-à-dire qu'ils se rapprochent d'abord, par une forte courbure, de l'axe du rhizome, puis s'en éloignent insensiblement, pour venir se terminer à la périphérie de la stèle, sous le parenchyme cortical, là où existe un réseau radicifère.

Les faisceaux, provenant des écailles du rhizome, n'ont qu'un trajet très court dans la zone corticale, où ils se terminent. Ils ne possèdent du reste que peu d'éléments vascularisés.

**3. HISTOLOGIE**

Les faisceaux de l'inflorescence, toujours groupés à la périphérie de la hampe (pl. II, fig. 5, en gris), laissent au centre de celle-ci une large plage occupée par du parenchyme (pl. III, fig. 1).

Comme nous le verrons au cours de cette étude, il convient de distinguer dans la hampe de beaucoup de *Scirpus* deux catégories de canaux aérifères : l'une est constituée par de petits canaux périphériques situés habituellement sous le parenchyme chlorophyllien; ces petits canaux disposés sur un seul rang alternent assez régulièrement avec les faisceaux ou les cordons de sclérenchyme.

---

(1) MONOYER, Anatomie du *Cocos botryophora* Mart. (*Mém. in-8° Acad. roy. de Belgique*, t. VIII, 1925.)

L'autre catégorie de canaux aérifères est représentée, chez certains *Scirpus*, par un vaste canal axial.

Ces deux catégories de canaux aérifères ont, du reste, la même origine, qui est à rattacher à l'un des modes suivant lesquels s'accroissent les monocotylées, lorsque la multiplication méristématique a cessé et que nous allons rappeler.

L'accroissement diamétral des *Cordylina* et des *Dracaena*, par fonctionnement d'un méristème, est trop classiquement connu pour que nous nous y attardions; l'accroissement dû à l'hypertrophie des cellules du parenchyme a été longuement étudié dans notre mémoire sur le *Cocos botryophora* Mart. <sup>(1)</sup>, ainsi que celui dû à la formation d'un réseau radicifère.

Les canaux aérifères des *Scirpus* nous fourniront l'occasion d'exposer, notamment à propos du *S. lacustris*, un quatrième mode d'accroissement diamétral qui se rencontre plus spécialement chez les plantes aquatiques et dont nous donnons ci-dessous un court aperçu.

Lorsque la multiplication méristématique est terminée, le parenchyme incolore de la hampe est composé de petites cellules polygonales sans méats, toutes semblables. Au cours de leur croissance ces cellules se comportent différemment suivant leur situation : chez tous les *Scirpus*, celles qui sont voisines des faisceaux constituent, autour de ceux-ci, une sorte de gaine parenchymateuse formée de cellules presque jointives, à membranes plus épaisses, entre lesquelles les méats sont rares et petits; par contre, les autres

---

(1) MONOYER, Anatomie du *Cocos botryophora* Mart. (*Mém. in-8° Acad. roy. de Belgique*, t. VIII, 1925, p. 34.)

cellules parenchymateuses <sup>(1)</sup> conservent des membranes extrêmement minces et laissent apparaître entre elles des méats de plus en plus grands; ceux-ci, dans certains cas, prennent tant d'extension qu'ils transforment les cellules originairement sphériques en cellules étoilées.

Ces méats finissent même par écraser complètement les cellules étoilées, dont les branches deviennent si étroites, qu'un observateur non averti les prendrait pour des membranes.

En résumé, ce mode d'accroissement par hypertrophie des méats, propre aux plantes aquatiques, est à opposer au mode d'accroissement par hypertrophie cellulaire, que nous avons décrit chez les palmiers *Cocos botryophora* Mart., déjà cité, et *Livistona Chinensis* Mart. <sup>(2)</sup>.

Chez *Scirpus sylvaticus*, cette hypertrophie des méats aboutit à la formation de canaux aérifères périphériques, limités vers l'extérieur par le parenchyme chlorophyllien, latéralement et vers l'intérieur, par la gaine des faisceaux (pl. II, fig. 5).

Dans la hampe adulte, ces canaux périphériques ne contiennent plus que les débris des cellules étoilées (pl. II, fig. 5 en haut). Par contre, dans le grand canal axial, les méats ne deviennent jamais très grands; aussi les cellules du parenchyme n'atteignent pas le stade étoilé, bien que ce parenchyme soit criblé de méats irréguliers lui donnant un aspect très particulier (pl. II, fig. 6).

(1) Exception faite, chez certains *Scirpus*, des cellules destinées à former les diaphragmes ou les murs de canaux aérifères.

(2) Étude de l'accroissement diamétral chez *Livistoma Chinensis* Mart. (*Assoc. franç. pour l'Avancement des Sciences, C. R., 51<sup>e</sup> session.*)

Cependant, dans certains individus, la hampe devient fistuleuse par destruction du parenchyme central.

Dans la tige végétative, les faisceaux se rencontrent aussi, exclusivement à la périphérie, et les plus externes alternent avec les canaux périphériques; ceux-ci sont en continuité avec les canaux aérifères des feuilles.

Outre les faisceaux fibro-vasculaires, il existe dans la hampe, comme dans la tige feuillée, des cordons de sclérenchyme sous-épidermiques (pl. II, fig. 5, en pointillé). Les constitutions histologiques de ces cordons et des faisceaux fibro-vasculaires sont semblables à celles des éléments correspondants chez *Scirpus lacustris* et seront décrites à propos de ce dernier.

## CHAPITRE II

### SCIRPUS MARITIMUS L.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

Les portions végétatives aériennes de *S. maritimus* sont fort semblables à celles de *S. sylvaticus*; ce sont en effet deux espèces vivaces, de forte taille, à tige feuillée, surmontée par une hampe courte et triangulaire.

Par contre, le rhizome de *S. maritimus* offre ceci de particulier : il est renflé de distance en distance, et ces renflements, très sclérifiés, lui donnent l'aspect d'un chapelet.

L'inflorescence, moins volumineuse que celle de *S. sylvaticus*, est formée, suivant les variétés, d'un ou de plusieurs épillets, gros, brunâtres, assez briève-

ment pédonculés ou sessiles; elle est entourée de trois grandes bractées, comme chez *S. sylvaticus*.

La dispersion de *S. maritimus* est encore plus vaste que celle de *S. sylvaticus* : on rencontre, en effet, *S. maritimus* sur tout le globe; cependant, fait digne de remarque, bien qu'universellement répandu, il reste cependant, dans chaque région, très localisé dans deux catégories de stations : d'une part, stations d'eaux saumâtres, telles les pannes derrière les dunes et dans les salines; d'autre part, stations d'eaux douces, bords des grandes rivières, mais seulement dans les portions inférieures de leurs cours.

Il semble donc que cette espèce cosmopolite affectionne les eaux très riches en matières minérales dissoutes et que, pour cette raison, on ne la rencontre guère en Europe, au-dessus de 600 mètres d'altitude.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Dans la hampe on reconnaît trois traces vasculaires provenant des bractées dont les faisceaux médians M sont situés dans les angles de l'organe (pl. IV, fig. 1); ces traces, qui occupent la périphérie de la hampe, sont partielles, parce que, au nœud de l'inflorescence, de nombreuses anastomoses se produisent entre les trois traces et enlèvent ainsi toute individualité aux petits faisceaux

Lorsqu'on fait des coupes successives depuis le sommet de la hampe jusqu'à sa base, on est frappé de voir que le nombre de faisceaux grandit au fur et à mesure qu'on approche de la base. Comme, d'autre part, la hampe est constituée d'un seul entre-nœud et ne porte pas d'appendices, on peut se demander quelle est l'origine de ces quelques faisceaux spéciaux, qui n'ont pas de contact ni avec des feuilles, ni

avec l'inflorescence; sont-ce des faisceaux surnuméraires, surajoutés à ceux qu'on trouve habituellement dans les hampes de structure normale, telle celle de *S. sylvaticus*? Sont-ce, au contraire, des faisceaux normaux dont le sommet s'est atrophié?

La comparaison de *S. sylvaticus* avec *S. maritimus* ne permet guère de choisir entre ces deux hypothèses, car, ainsi que nous l'avons dit, la morphologie externe de ces deux espèces est fort semblable; tout au plus peut-on considérer que l'inflorescence du *S. maritimus* est un peu moins développée que celle du *S. sylvaticus*. Quoi qu'il en soit, en tenant compte simplement de leur morphologie, nous désignerons dorénavant ces faisceaux, dont la portion supérieure manque, par l'expression « faisceaux acrolisés ».

Dans l'exemplaire qui nous a fourni les dessins de la planche IV, le nombre de faisceaux était de 39 seulement au sommet (faisceaux normaux en noir, pl. IV, fig. 1) et de 50 à la base, dont 11 faisceaux, acrolisés en blanc (pl. IV, fig. 2).

Dans la tige végétative feuillée et dans le rhizome, le parcours des faisceaux est semblable à celui décrit chez *S. sylvaticus*.

### 3. HISTOLOGIE

Les méats du parenchyme central du *S. maritimus* sont bien plus grands que dans *S. sylvaticus*; aussi les cellules du parenchyme apparaissent, à un faible grossissement, comme des filaments ramifiés soulignant le contour des méats (pl. IV, fig. 5).

En réalité, nous avons affaire ici à des cellules rameuses dont le corps, souvent de forme triangulaire, est très réduit, mais dont les ramifications sont

si longues et étroites que les cloisons mitoyennes font saillie dans les méats.

Outre le canal aérifère central, il existe aussi, comme chez *S. sylvaticus*, de petits canaux aérifères périphériques, situés sous le parenchyme chlorophyllien; ces canaux alternent avec les faisceaux et sont d'autant mieux visibles que la hampe est plus âgée (pl. IV, fig. 3). Si l'on étudie leur mode de formation, on reconnaît qu'ils ont pour origine le vide laissé par la destruction d'un petit groupe de trois ou quatre cellules de parenchyme, parfois d'une seule cellule. Ces cellules, formatrices de lacunes, se distinguent aisément des autres cellules du parenchyme, parce qu'elles conservent plus longtemps que celles-ci des dimensions plus petites et des membranes plus minces.

Fait digne de remarque, il existe dans les portions supérieures de la hampe adulte et seulement en dehors des gaines foliaires, un parenchyme en palissade (pl. IV, fig. 3), alors que ce tissu n'existe pas dans la tige feuillée (pl. IV, fig. 4).

Enfin, des cordons de sclérenchyme sous-épidermiques s'adossent assez régulièrement aux faisceaux fibro-vasculaires (pl. IV, fig. 3 et 4).

### CHAPITRE III

#### SCIRPUS COMPRESSUS PERS.

##### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

Abstraction faite des inflorescences, *S. compressus* peut être considéré comme un *S. sylvaticus*, ou un *S. maritimus* de modèle réduit mais dont la hampe serait proportionnellement assez longue : il ne mesure que 10 à 40 centimètres de hauteur et possède, comme

les deux espèces précédentes, une tige dressée, parfois ramifiée, sur laquelle prennent insertion des feuilles avec gaine et limbe bien développés (jusqu'à 4 millimètres de large); son habitat, comme celui du *S. sylvaticus*, est du reste plus terrestre qu'aquatique : près argileux ou tourbeux et plus spécialement dans les sentiers, là où le sol est battu et humide.

*Scirpus compressus* est une espèce vivace, qui se rencontre dans presque toute l'Europe et dans l'Asie tempérée; dans les Alpes il croît jusqu'à plus de 2.000 mètres d'altitude. Ce fait contraste nettement avec ce que nous avons dit du *S. maritimus*, qui reste cantonné au-dessous de 600 mètres.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Si la morphologie externe de *S. compressus* nous apparaît déjà comme l'expression, à une échelle réduite, de la morphologie d'un *S. sylvaticus* ou d'un *S. maritimus*, l'anatomie ne fait que confirmer cette première impression.

Les faisceaux sont, non pas éparpillés dans toute l'étendue des coupes transversales, comme chez *S. lacustris*, *S. triqueter*, *S. pungens*, *S. mucronatus*, mais rangés à la périphérie (pl. V), laissant au centre un large canal aérifère, comme cela existe chez *S. sylvaticus* et *S. maritimus*.

Comme chez *S. maritimus* aussi, on peut distinguer dans la hampe de *S. compressus* deux catégories de faisceaux : ceux qui atteignent l'inflorescence et sont en rapport avec elle ou avec ses bractées (faisceaux normaux) et ceux très particuliers qui s'arrêtent à divers niveaux de la hampe (faisceaux acrolysés). Ce caractère semble indiquer qu'entre *S. sylvaticus* et *S. maritimus*, c'est ce dernier qu'il faut choisir

comme représentant le type « en extension » de ce qui, par réduction, aboutit à *S. compressus*.

Cependant il faut signaler un caractère que nous rencontrons ici pour la première fois; alors que dans les deux espèces précédemment étudiées, les faisceaux provenant de l'inflorescence parcouraient toute la longueur de la hampe, chez *S. compressus* on constate que certains d'entre eux s'arrêtent à divers niveaux, par anastomoses vers le bas, avec les faisceaux voisins. Il en va de même en ce qui concerne les faisceaux acrolysés. La comparaison de quatre coupes faites à des niveaux de plus en plus bas, l'une sous l'inflorescence (pl. V, fig. 1), deux autres dans la portion moyenne de la hampe (pl. V, fig. 2 et 3) la quatrième à la base, près du rhizome (pl. V, fig. 4), nous permet d'illustrer cette structure particulière. Dans la figure 1, il y a 17 faisceaux en noir, tous provenant de l'inflorescence; dans la figure 2, on retrouve les mêmes faisceaux et en plus deux faisceaux acrolysés (en blanc). Dans la figure 3, on retrouve encore les 17 faisceaux de l'inflorescence, mais l'un des faisceaux acrolysés a disparu, s'étant anastomosé avec un foliaire normal voisin; par contre, il existe à ce niveau deux faisceaux acrolysés nouveaux (hachurés). Dans la figure 4, tout à la base de la hampe, on trouve 20 faisceaux se répartissant comme suit : des 17 faisceaux provenant de l'inflorescence, il n'en reste plus que 16 (en noir), l'un s'étant anastomosé avec un voisin quelques millimètres au-dessus du rhizome; les deux faisceaux acrolysés signalés dans la coupe figure 2 (en blanc) ont disparu, de même l'un des faisceaux acrolysés représentés en hachuré dans la coupe figure 3; d'autre part, on trouvera ici trois faisceaux acrolysés (marqués d'un point) qui n'existent pas aux niveaux supérieurs.

En résumé, chez *S. compressus* on constate que non seulement tous les faisceaux n'atteignent pas l'inflorescence, mais que certains d'entre eux (comme ceux figurés en blanc) ne sont en contact direct, ni avec l'inflorescence, ni avec le rhizome.

### 3. HISTOLOGIE

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, les faisceaux sont tous rangés à la périphérie de la hampe, comme cela existe chez *S. sylvaticus* et *S. maritimus*; comme chez ces deux dernières espèces aussi, de petits canaux aérifères périphériques alternent avec les faisceaux et au centre de chaque coupe se trouve un grand canal aérifère.

Ce canal axial est rempli d'un parenchyme à méats dont les cellules sont très vaguement étoilées; leurs branches apparaissent comme des moignons courts et trapus. Ces cellules à peine étoilées, ayant les mêmes dimensions que les méats, peuvent être facilement confondues avec ceux-ci (pl. V, fig. 5).

Comme chez *S. sylvaticus* et *S. maritimus*, on trouve sous l'épiderme des cordons de sclérenchyme (en gris dans les figures).

## CHAPITRE IV

### SCIRPUS LACUSTRIS L.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

Nous avons vu que chez *S. sylvaticus* et *S. maritimus* il existe une longue tige végétative dressée surmontée d'une hampe courte et très grêle, proportionnée au rôle habituellement rempli par cet organe; au contraire, dans la section des *Schoenoplectus*, à laquelle appartient *S. lacustris*, la tige végétative

dressée est très courte, composée d'un petit nombre de segments serrés les uns contre les autres et dont quelques-uns seulement (parfois un seul) portent des feuilles avec limbe.

Par contre, et par une sorte de loi des compensations, la hampe prend, chez les *Schoenoplectus*, un développement considérable allant, dans certains cas, jusqu'à l'hypertrophie, ainsi que nous allons le voir à propos de *Scirpus lacustris*.

Le *S. lacustris* est en effet particulièrement remarquable par le développement extraordinaire de sa hampe, qui, très rigide, peut dans les eaux profondes atteindre jusqu'à quatre mètres de hauteur, avec une épaisseur de quelques centimètres.

Malgré ces dimensions, cette hampe (pl. VI, fig. 1) ne comprend jamais qu'un seul entre-nœud; elle se termine par une inflorescence de dimensions réduites, entourée de trois petites bractées dont la plus externe seule est bien visible.

La hampe prend insertion sur un rhizome par l'intermédiaire de quelques segments très courts, portant des feuilles engainantes, de dimensions croissantes et sans limbe, sauf les deux dernières formées : celles-ci sont les deux seules feuilles complètes de *Scirpus lacustris*.

Dans les eaux n'ayant que quelques centimètres de profondeur, ces feuilles se dessèchent à peine formées; mais si elles disposent d'un à plusieurs mètres d'eau, elles se développent fortement, ont un limbe de 20 à 30 centimètres de long et une gaine de plus d'un mètre. Très souples, elles flottent et forment une chevelure vert pâle et translucide, au pied de chaque touffe de *Scirpus*.

Bien que déjà connues dès 1719 (Scheuchzerus Joh.,

*Agrostographia*), ces feuilles ont échappé à beaucoup d'observateurs et manquent du reste à la plupart des échantillons d'herbier; on ignore généralement leur nombre par pousse de *Scirpus* et si elles ont un limbe ou non.

Le rhizome du *S. lacustris* est vivace; il végète à une faible profondeur dans la vase et forme un sym-pode très ramifié dont les pousses, s'enjambant, finissent par former des réseaux extrêmement denses.

Chaque pousse du rhizome, après s'être allongée horizontalement de quelques entre-nœuds assez courts portant des feuilles écailleuses et brunes, se redresse par un coude brusque donnant insertion à la hampe, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Au niveau du coude de chaque pousse, il se forme deux bourgeons (*a* et *b*, pl. VI, fig. 2), situés dans l'aisselle de deux écailles successives.

La pousse figurée a été dégarnie de ses feuilles, sauf de la dernière, dont on a arraché l'extrémité supérieure pour montrer la hampe qu'elle renferme.

Le premier bourgeon formé et le plus gros (*a*) est destiné à prolonger le rhizome principal; il s'allongera d'abord horizontalement, puis se redressera pour donner une hampe nouvelle.

Le second bourgeon (*b*) s'allongera beaucoup moins et donnera, sur place, une hampe qui se substituera à la hampe morte de l'année précédente. Le même phénomène pouvant se répéter un grand nombre de fois, il en résulte que des hampes se forment successivement dans une même portion du rhizome et que celui-ci, se ramifiant de plus en plus, l'individu végète sous forme de touffe compacte.

Bien que normalement aquatique, *Scirpus lacustris* peut vivre presque à sec; c'est ainsi que depuis une

dizaine d'années, nous observons, au Jardin botanique de Liège, une touffe de *Scirpus lacustris* placée dans un baquet de faible profondeur, ne recevant de l'eau que très rarement. Cette touffe a fini par remplir tout l'espace qu'on lui a laissé et elle fructifie abondamment chaque année; il faut cependant noter que les hampes sont très grêles, de très petite taille et que les feuilles avec limbe restent toujours rudimentaires; c'est ce dernier caractère qui a parfois fait considérer le *Scirpus lacustris* comme une plante complètement aphyllé.

Si cependant on fait germer des graines de *Scirpus lacustris*, on constate que les plantules sont en tout semblables à celles des espèces feuillues, c'est-à-dire que pendant les premiers temps de leur existence elles développent, ainsi que Raunkiaer (1893-1903) l'a observé, de nombreuses feuilles normales avec limbe.

Le *Scirpus lacustris* semble donc bien dériver de formes primitives très feuillues semblables à ce qu'est resté *S. sylvaticus*. Sans être vraiment une espèce aphyllé, *S. lacustris* ne peut cependant pas être considéré, au point de vue des organes foliaires, comme une espèce normale, puisque l'adulte ne possède jamais plus de deux feuilles avec limbe et que ces feuilles, pour atteindre tout leur développement, exigent des conditions particulières dont la réalisation n'est pas nécessaire à la vie de la plante.

Le *S. lacustris* croît également bien dans les eaux courantes et dans les étangs; c'est ainsi qu'il colonise aussi bien le lit même de la Meuse en pleine ville de Liège, là où le fleuve a une profondeur de plus de deux mètres, que les marais de la station bien connue de Chertal (province de Liège). C'est aux hampes de cette espèce, couvrant de grandes étendues

dans la région de Verdun, qu'il faut rapporter les énormes quantités de courts cylindres spongieux que la Meuse charrie chaque année. Hachées par la débâcle des glaces, ces hampes de *Scirpus* constituent, vers l'embouchure du fleuve, de volumineux atterrissements organiques.

Le *Scirpus lacustris* possède une ère de dispersion très vaste; on le trouve depuis le niveau de la mer jusque bien haut dans les Alpes (à plus de 1.500 mètres) et dans toutes les parties du monde, sauf la région arctique et le Sud de l'Amérique.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

### a) Parcours des faisceaux dans l'inflorescence.

Une coupe à travers la portion moyenne de l'inflorescence (pl. VII, fig. 1) montre que celle-ci contient trois bractées 11, 12, 13, groupées autour de la partie terminale T de la hampe, qui à ce niveau comprend 9 faisceaux; dans l'aisselle de chacune de ces bractées, des axes d'ordre secondaire  $G^{11}$ ,  $G^{12}$ ,  $G^{13}$  ont pris naissance et portent des épillets.

Une coupe dans la partie surmontant immédiatement le nœud de l'inflorescence (pl. VII, fig. 2) passe par la gaine fermée de la bractée n° 11; à ce niveau les bractées 12 et 13 n'existent pas, mais on trouve leurs traces vasculaires incomplètes ( $Li\ ML$ )<sup>12</sup> et ( $ML$ )<sup>13</sup>. Certains faisceaux de la partie terminale de la hampe se sont réunis de manière à constituer, à ce niveau, un nombre plus petit de sympodes T; il en est de même des gemmaires  $G^{11}$ ,  $G^{12}$ ,  $G^{13}$ .

### b) Parcours des faisceaux dans la hampe.

Chez *S. sylvaticus*, *S. maritimus*, et *S. compressus*, les faisceaux sont tous disposés à la périphérie de la

hampe, de telle manière que le centre de celle-ci est absolument libre de tout élément vasculaire; au contraire, chez *Scirpus lacustris*, les faisceaux sont éparpillés dans toute l'épaisseur de la hampe et il existe même un faisceau occupant exactement l'axe de cet organe (pl. VII, fig. 3).

L'examen des coupes transversales dans les portions moyennes ou inférieures de la hampe pourrait faire croire que cette répartition des faisceaux n'obéit à aucune règle; cependant, comme dans les espèces précédemment étudiées, nous avons constaté l'existence d'une symétrie trimère, et comme cette dernière est très fréquente chez les Cypéracées, nous avons essayé de la retrouver dans la hampe cylindrique du *Scirpus lacustris*.

Des coupes successives, faites à partir de l'inflorescence, nous ont permis de retrouver les traces vasculaires (marquées 11, 12, 13) de trois bractées, mais ces trois traces vasculaires sont fort inégales. Celle de la bractée 11 est complète ( $u', u, u', m, c, L, i, M, i, L, c, m, u', u, u'$ )<sup>11</sup>; celle de la bractée 12 ne comprend que les faisceaux ( $L, M, i, L$ )<sup>12</sup>; la trace vasculaire de la bractée n° 13 est plus incomplète encore : elle ne comporte que les faisceaux ( $L, M$ )<sup>13</sup>.

Il s'ensuit que la symétrie trimère, résultant de la présence de trois bractées, est ici fortement masquée par suite de l'atrophie de la bractée la plus interne; les faisceaux foliaires sont réellement répartis par rapport à un seul plan de symétrie, qui est celui de la plus grande bractée. Ce plan de symétrie passe par le médian  $M^{11}$  et le médian  $M^{12}$ ; le médian  $M^{13}$  étant rejeté sur le côté.

Ainsi la symétrie trimère primitive, qui semble bien la plus fréquente chez les Cypéracées et qui, du

reste, correspond à ce que nous savons de leur origine, est masquée, chez *S. lacustris*, par une symétrie secondaire, bilatérale, résultant de l'atrophie partielle des organes de l'inflorescence.

A propos de la répartition des faisceaux, il convient aussi de souligner à nouveau l'existence d'un faisceau central T.

Ce faisceau, qui est en réalité un sympode, résulte, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'examen des coupes représentées planche VII, figures 1, 2, 3, 4, de la fusion vers le bas des faisceaux T de l'inflorescence terminale.

Outre les faisceaux foliaires dont nous avons parlé et ce sympode T, il existe aussi quelques gemmaires G<sup>11</sup> et G<sup>12</sup> provenant des axes secondaires de l'inflorescence, et des faisceaux, terminés en bouts libres vers le haut, et sans contact avec l'inflorescence ou bractées, c'est-à-dire des faisceaux acrolysés (en blanc dans les figures). (Voir schéma du parcours des faisceaux, pl. XXI, fig. 2.)

Ces faisceaux sont, dans la même hampe, d'autant plus nombreux qu'on s'adresse à des niveaux plus inférieurs, là où le diamètre est plus grand; ainsi on ne trouve qu'un faisceau acrolysé vers le haut de la hampe (fig. 3), tandis qu'il en existe plus d'une centaine à la base de cet organe (pl. VII, fig. 4).

D'autre part, si l'on compare des coupes faites à des niveaux équivalents dans des hampes de diverses grosseurs, on constate aussi que le nombre de faisceaux acrolysés est d'autant plus élevé que la hampe est plus grosse.

Il semble donc que le nombre de ces faisceaux soit en relation étroite avec le diamètre de la hampe et peut-être pourrait-on imaginer un *Scirpus* dont le

diamètre serait si petit, qu'il ne posséderait plus de faisceaux acrolysés; si nous n'avons pu confirmer cette hypothèse par l'étude des hampes de *S. lacustris*, nous avons cependant pu voir une telle structure réalisée chez des espèces voisines, particulièrement grêles (voir *Scirpus pauciflorus*).

En résumé, la hampe du *Scirpus lacustris* possède deux catégories de faisceaux : la première comprend dans l'exemplaire étudié 26 foliaires et gemmaires en rapport avec l'inflorescence; ce sont les principaux. Ces 26 faisceaux ont une disposition invariable : un faisceau central T, une trace vasculaire complète correspondant à la première bractée, deux traces vasculaires incomplètes correspondant aux deux autres bractées et quatre faisceaux gemmaires.

Cette disposition est caractérisée par l'existence d'un plan de symétrie qui est le plan de symétrie de la bractée ayant pris le plus grand développement, c'est-à-dire de la bractée inférieure.

La deuxième catégorie de faisceaux est constituée par les faisceaux acrolysés : les uns sont situés à la périphérie de la hampe, formant un ou plusieurs cercles, suivant la vigueur de l'individu; les autres se sont intercalés entre les vingt-six principaux.

Lorsque la hampe du *S. lacustris* est très grêle, il y a une réduction du nombre des éléments vasculaires, mais cette réduction porte toujours sur les faisceaux acrolysés.

Contrairement à ce qui se produit chez le *Tradescantia albiflora*, étudié par Gravis (1898), la fertilité ou la stérilité d'une hampe ne dépend pas du nombre de faisceaux. Il est vrai que la contradiction entre la manière de se comporter du *Tradescantia* et celle du *Scirpus* est plus apparente que réelle, puisque chez

le *Scirpus lacustris*, la réduction du nombre de faisceaux ne se fait qu'aux dépens d'éléments vasculaires qui n'ont pas de correspondants chez le *Tradescantia*.

c) **Parcours des faisceaux dans la tige végétative dressée.**

Nous avons dit plus haut que *S. lacustris* possède une portion coudée, intermédiaire entre le rhizome et la hampe, et donnant insertion à des écailles et aux deux feuilles avec limbe du *Scirpus*.

Cette région coudée, très courte, représente en somme toute la portion végétative aérienne du *Scirpus*. Elle correspond donc, morphologiquement, à la longue tige dressée et feuillue que nous avons décrite chez *S. sylvaticus*.

L'étude du parcours des faisceaux dans ce coude démontre que les traces vasculaires de chaque feuille y sont disposées concentriquement (pl. VII, fig. 5) et que leur trajet s'y effectue comme dans la tige dressée de *S. sylvaticus* (il en va de même en ce qui concerne les portions homologues de tous les *Schoenoplectus*).

On reconnaît dans la coupe représentée planche VII, figure 5, d'abord à la périphérie, les traces vasculaires circulaires des feuilles basales 9 et 10, puis vers le centre les traces vasculaires en zigzag et de moins en moins complètes des bractées 11, 12, 13. En outre on a représenté en blanc les faisceaux acrolésés. (Voir schéma du parcours des faisceaux pl. XXI, fig. 2.)

d) **Parcours des faisceaux dans le rhizome.**

Comme dans la plupart des rhizomes, on rencontre dans celui du *S. lacustris* une épaisse zone corticale parenchymateuse entourant une stèle nettement délimitée par un endoderme à cellules sclérifiées.

Dans la zone corticale (pl. VII, fig. 6) on trouve, soit les traces vasculaires des deux feuilles engainantes 9 et 10, insérées à la base de la hampe, soit celles des feuilles écailleuses du rhizome. Après un trajet assez court dans la zone corticale, les faisceaux de ces traces pénètrent dans la stèle et y décrivent un parcours analogue à celui qui existe dans le stipe des palmiers : ils reviennent alors vers la périphérie et se terminent du côté interne de l'endoderme de la stèle.

C'est entre ces terminaisons de faisceaux et l'endoderme que se développe un réseau radicifère constitué de petites trachées horizontales; ainsi se fait la communication entre les faisceaux de la tige et le cylindre central des racines.

Ce que nous venons de dire du parcours des faisceaux dans le rhizome du *S. lacustris* est vrai aussi pour les rhizomes, lorsqu'ils existent, de toutes les autres espèces de *Scirpus*.

### 3. HISTOLOGIE

Nous avons fait remarquer plus haut que *S. lacustris* s'oppose nettement à *S. sylvaticus*, *S. maritimus* et *S. compressus*, parce que ses faisceaux sont éparpillés dans toute l'épaisseur de la hampe et que celle-ci possède même un faisceau axial.

Un autre caractère oppose *S. lacustris* aux trois espèces précédemment décrites. Chez ces dernières nous avons dû distinguer deux sortes de canaux aérières : d'abord un vaste canal central, puis disposés sur un seul rang de petits canaux périphériques.

Chez *S. lacustris*, les canaux sont tous équivalents, bien plus nombreux, et répartis depuis la périphérie jusqu'au centre; ils rendent la hampe extrêmement

spongieuse (pl. VII, fig. 4); c'est dans l'épaisseur de leurs parois mitoyennes que se trouve logé l'appareil vasculaire du *Scirpus lacustris*.

Pour comprendre la formation des canaux aéri-fères, il est nécessaire d'examiner une série de coupes transversales dans des bourgeons de plus en plus âgés.

Une coupe dans un bourgeon très jeune montre un parenchyme homogène, sans compartiments, sans méats, composé de cellules très petites et polygonales (pl. VIII, fig. 1). Dans ce tissu sont éparpillés de nombreux massifs de procambium tous semblables, qu'ils soient destinés à devenir des faisceaux normaux ou des faisceaux acrolysés.

Une coupe dans un bourgeon plus âgé (pl. VIII, fig. 2) présente un aspect un peu différent : les massifs de procambium sont plus grands et les cellules, situées sur les lignes idéales joignant ces massifs, se sont allongées suivant ces lignes. Ainsi des murs de parenchyme limitent des compartiments qui contiennent, dans une section transversale, environ une centaine de cellules.

Ces cellules s'agrandissent, mais conservent, au moins au début, leur contour polygonal et constituent un tissu sans méats.

Dans un bourgeon plus âgé encore (pl. VIII, fig. 3) les massifs de procambium se sont différenciés en faisceaux libéro-ligneux possédant tous des trachées. Les cellules des murs se sont allongées fortement, et ainsi les compartiments sont devenus plus vastes; mais le nombre de cellules qu'ils contiennent n'augmentant pas, des méats apparaissent aux angles des cellules. Celles-ci restent cependant en contact les unes avec les autres par leurs flancs. Comme le phé-

nomène se poursuit au fur et à mesure de l'accroissement diamétral et de l'allongement de la hampe, les cellules finissent par ne plus être en contact les unes avec les autres, sauf par des prolongements étroits et cylindriques. Elles présentent alors l'aspect figuré planche VIII, figure 4, en bas à droite. Quant aux faisceaux ils sont maintenant complètement différenciés et les centraux possèdent une grande lacune lacuneuse provenant de la destruction des trachées.

Les compartiments à cellules étoilées de *Scirpus lacustris* ont été souvent nommés lacunes aérifères. Remarquons, à ce propos, que les lacunes aérifères qui existent dans beaucoup de plantes aquatiques (pétiole de Nuphar, par exemple) sont des méats considérablement agrandis, tandis que ce qui a été appelé une lacune aérifère chez le *Scirpus* est constitué par les nombreux méats existant entre un grand nombre de cellules étoilées d'un compartiment ou canal aérifère. Il en résulte que ce dernier ne paraît vide que dans les coupes mal faites, lorsque le parenchyme étoilé a été déchiré et arraché par le rasoir.

Les branches des cellules étoilées sont cylindriques ou plus exactement tronconiques : la plus grande base du côté du corps de la cellule, l'autre en contact avec une branche d'une cellule voisine ou avec le mur du compartiment auquel la cellule appartient. La cloison mitoyenne de deux branches en contact est ordinairement oblique; aussi elle apparaît souvent sous forme d'ellipse. Ces cellules étoilées se ramifient, non pas seulement dans le sens horizontal, mais dans tous les sens, ainsi qu'on le remarquera sur notre dessin (pl. VIII, fig. 8).

Dans les individus de diamètre moyen, l'accroissement diamétral étant peu important, les cellules étoilées

lées ont des branches courtes, mais dans les exemplaires très vigoureux, par suite de l'accroissement diamétral intense, les branches de ces cellules se sont allongées dans des proportions considérables; dans certains exemplaires, elles deviennent si étroites qu'elles s'affaissent sur elles-mêmes et qu'on les confond facilement avec une membrane, ainsi que nous l'avons déjà signalé à propos de *Scirpus maritimus* (p. 34).

Lorsqu'on étudie de bas en haut une hampe relativement âgée, mais dont la croissance n'est pas complètement terminée, on observe que les tissus de la base, près de l'insertion sur le rhizome, possèdent les caractères des tissus décrits dans le bourgeon très jeune dont une coupe a été représentée à la planche VIII, figure 1 (cellules polygonales, sans méats, massifs de procambium). Quelques millimètres au-dessus, on rencontre l'aspect décrit dans le bourgeon plus âgé et figuré à la planche VIII, figure 2.

Quelques centimètres plus haut, on trouve des tissus qui sont dans un état encore plus différencié et comparables à ceux représentés à la planche VIII, figure 3.

Enfin, plus haut encore, existent les tissus figurés à la planche VIII, figure 4, et qui sont ceux qu'on rencontre dans toute l'étendue d'une hampe adulte (canaux aérifères remplis de cellules étoilées, faisceaux libéro-ligneux).

En résumé, la différenciation des tissus commençant par le sommet du membre, l'observateur peut l'étudier à son gré, soit en faisant des coupes dans des régions équivalentes de bourgeons de plus en plus âgés, soit en exécutant des coupes, de bas en haut, dans une hampe n'ayant pas complètement achevé sa croissance.

Les canaux aérifères que nous rencontrons chez tous les *Schoenoplectus* sont traversés de distance en distance par des diaphragmes horizontaux. Les diaphragmes, contrairement à ce qui existe chez certains *Eleocharis* (*Eleocharis geniculata* [L] R. Br., par exemple), ne sont pas, dans des canaux voisins, situés tous au même niveau, mais répartis à différentes hauteurs.

Ces diaphragmes sont de deux sortes : les uns sont vasculifères, c'est-à-dire donnent passage dans leur épaisseur à des anastomoses horizontales, mettant en communication deux ou trois faisceaux voisins (pl. VIII, fig. 5); les autres ne sont pas vasculifères (pl. VIII, fig. 4, en haut, à droite).

Les diaphragmes non vasculifères sont constitués d'une seule épaisseur de cellules plates, de forme vaguement étoilée; les branches des cellules sont courtes et étalées dans un seul plan; les membranes sont épaisses (pl. VIII, fig. 7). Dans ces diaphragmes, on distingue deux sortes de méats : des méats d'angle, assez grands, comme ceux qui existent normalement dans les parenchymes, et des méats de cloison qui n'existent pas dans les parenchymes ordinaires.

La planche VIII, figure 4, représente un de ces diaphragmes non vasculifères dont les cellules constitutives ont été teintées en gris; les méats d'angle, assez grands, sont facilement reconnaissables. Les méats de cloison, très petits, sont, au contraire, peu visibles.

Les diaphragmes vasculifères sont constitués d'une ou de deux épaisseurs de cellules plates, de forme et de disposition très particulières (pl. VIII, fig. 5). Ces cellules, d'aspect crénelé, ont un contour général rectangulaire et constituent des groupes hexagonaux de deux à cinq éléments.

Les éléments d'un même groupe sont parallèles entre eux, mais non avec ceux du groupe voisin. Ces faits résultent de la manière dont ils ont pris naissance. Le diaphragme vasculifère était constitué, au début, de cellules hexagonales. Dans chacune de celles-ci des cloisons parallèles se sont formées, subdivisant la cellule primitive ou cellule mère, hexagonale, en un certain nombre de cellules filles, rectangulaires. Les cloisons de la cellule mère conservent leur disposition et forment la limite du groupe des cellules filles (pl. VIII, fig. 5).

Les faisceaux libéro-ligneux périphériques possèdent presque tous des trachées, deux grands vaisseaux et un massif libérien; un anneau de sclérenchyme particulièrement épais du côté interne entoure chaque faisceau (pl. VIII, fig. 4). Dans la région centrale, les trachées des faisceaux se détruisent et sont remplacées par une lacune aquifère; les deux grands vaisseaux persistent. Les débris des éléments détruits se retrouvent dans la lacune (pl. VIII, fig. 4, en bas).

Ici, comme dans beaucoup de monocotylées, les faisceaux libéro-ligneux ont une double fonction : de circulation, grâce à la présence d'éléments libériens et ligneux; de soutien, par leur anneau de sclérenchyme.

On rencontre aussi, tantôt à la périphérie, tantôt vers l'intérieur, des sections de faisceaux constituées de quelques éléments conducteurs très étroits et d'une petite lacune (pl. VIII, fig. 9). Ces sections appartiennent à l'extrémité supérieure de faisceaux acrolisés.

Des cordons scléreux, composés de quelques cellules seulement, forment un cercle immédiatement

sous l'épiderme de la hampe et alternent avec les stomates. D'autres, en petit nombre, sont adossés au côté interne du parenchyme en palissade (pl. VIII, fig. 4). Tous ces cordons ont uniquement pour fonction le soutien.

A moins que nous ne signalions une structure particulière, les faisceaux de toutes les espèces de *Scirpus* étudiées dans ce mémoire ont la même constitution que ceux de *Scirpus lacustris*.

En résumé, l'étude histologique de la hampe montre que celle-ci est adaptée aux deux ordres de fonctions qu'elle remplit : d'une part, elle soutient hors de l'eau les organes de la reproduction; d'autre part, elle offre à l'action de la lumière et de l'air une surface suffisante pour permettre la photosynthèse et la respiration.

L'inflorescence est maintenue hors de l'eau grâce à la longueur de la hampe unie à une certaine rigidité. La longueur nécessaire est obtenue par un allongement considérable d'un seul entre-nœud; la rigidité est due à l'existence d'un stéréome fasciculaire et périphérique.

De très nombreux stomates, qu'on rencontre habituellement sur les feuilles des autres plantes, garnissent la hampe du *Scirpus lacustris*, alors qu'ils font presque défaut sur les feuilles. Enfin, une double épaisseur de parenchyme chlorophyllien en palissade rend possible une abondante photosynthèse. Le parenchyme incolore, divisé en compartiments de cellules étoilées à branches très écartées, laisse filtrer l'air dans toutes les parties de la hampe et donne à la plante aquatique une atmosphère interne, suppléant à l'insuffisance de l'atmosphère extérieure.

Des faisceaux, dont certains éléments ligneux ont été détruits et ont laissé à leur place une vaste lacune aquifère, complètent les caractères aquatiques du *Scirpus lacustris*.

## CHAPITRE V

### SCIRPUS TRIQUETER L.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

Si l'on imaginait qu'un *Scirpus lacustris*, au lieu de perdre la symétrie trimère primitive, s'était développé en la conservant, on aurait la représentation à peu près exacte d'un *Scirpus triqueter*.

En effet, *Scirpus triqueter*, comme *S. lacustris*, est remarquable par l'élongation considérable du seul entre-nœud constituant la hampe. Comme chez *S. lacustris* aussi, inflorescence et bractées sont très réduites; quant à l'appareil foliaire, il est plus rudimentaire encore que celui de *S. lacustris*, puisque *S. triqueter* ne possède normalement qu'une seule feuille avec limbe. Cette feuille est celle qui est insérée sur le nœud supérieur du coude supportant la hampe.

Mais alors que la hampe du *S. lacustris* est cylindrique, celle du *S. triqueter* est fortement trigone et à arêtes convexes et nettes (les comparer à celles du *S. mucronatus* qui sont concaves).

Le *S. triqueter* est une espèce vivace, de taille moyenne (50 cm. à 1 m.), à rhizome longuement rampant; celui-ci porte des gaines écailleuses noirâtres et brillantes; les gaines supérieures de chaque pousse sont verdâtres et la plus élevée porte, ainsi que nous l'avons dit, un limbe étroit et très court.

On trouve ordinairement le *Scirpus triqueter* au lit-

toral, au bord des fleuves, des grandes rivières ou des lacs, dans les endroits boueux; il est répandu dans presque toute l'Europe méridionale et centrale, en Asie occidentale, en Australie, en Afrique et en Amérique du Nord.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Une coupe dans le long entre-nœud formant la hampe montre que celle-ci possède, au point de vue vasculaire, une structure offrant une grande analogie avec celle du *S. lacustris* : les faisceaux sont en effet éparpillés dans toute l'étendue de la coupe (pl. IX, fig. 2) et non groupés à la périphérie de celle-ci, comme chez *S. sylvaticus*, *S. maritimus* et *S. compressus*.

La disposition des faisceaux chez *S. triqueter*, comme chez *S. lacustris*, présente une certaine constance.

Cette disposition est ici sous la dépendance d'une symétrie trimère : c'est ainsi que parmi les faisceaux on peut en distinguer trois plus gros, régulièrement situés sur les bissectrices des angles dièdres formés par les faces de la hampe et à peu de distance de l'intersection de ces bissectrices.

Ces trois gros faisceaux sont des sympodes provenant directement de l'inflorescence.

Comme chez *S. lacustris*, nous trouvons un grand nombre de faisceaux acrolysés. Ainsi dans l'exemplaire dont nous figurons deux coupes entières transversales, l'une au sommet de la hampe (pl. IX, fig. 1), l'autre à la base (pl. IX, fig. 2), nous comptons 83 faisceaux acrolysés, en blanc dans la figure 2, sur un total de 137 faisceaux.

A propos des faisceaux normaux, remarquons que,

chez *S. triqueter*, par suite du grand nombre d'anastomoses se produisant dans le nœud de l'inflorescence, il serait illusoire de vouloir appliquer la nomenclature foliaire à la désignation de ces faisceaux, qui sont presque tous des sympodiques. Il en sera de même, mais à un degré plus marqué, chaque fois que nous aurons affaire à des espèces de diamètre encore plus réduit; c'est ainsi que nous étudierons plus loin une espèce dont la hampe ne reçoit de l'inflorescence et de ses bractées que trois faisceaux : ces trois faisceaux ne peuvent donc être que des sympodiques et correspondent aux trois gros faisceaux des bissectrices que nous venons de signaler chez le *S. triqueter*.

### 3. HISTOLOGIE

Au point de vue histologique, *S. triqueter* présente la plus grande ressemblance avec *S. lacustris*; toute sa hampe est parcourue par des canaux aérifères dans les parois desquels sont logés l'appareil vasculaire et quelques cordons sclérenchymateux, le plus grand nombre de ceux-ci étant sous l'épiderme.

Les canaux aérifères contiennent aussi, au moins pendant la jeunesse de la hampe, des cellules parenchymateuses de forme étoilée et sont interrompus de distance en distance par des diaphragmes vasculifères ou non.

Les parois de ces canaux aérifères sont constituées de trois épaisseurs de cellules, disposées en alternance, et ayant des membranes plus épaisses que celles des cellules de parenchyme non intéressées dans la composition de ces murs (pl. IX, fig. 3).

Lorsque les fonctions habituelles des feuilles sont remplies par la hampe, il est nécessaire que celle-ci présente une très grande surface. Chez *S. lacustris*

l'augmentation de la surface disponible pour la photosynthèse est obtenue grâce à l'exagération du diamètre et de la hauteur d'une hampe cylindrique.

Chez *S. triqueter*, où la hampe est plus petite et plus mince, un résultat analogue est obtenu par la formation d'arêtes très marquées, sur une hampe triangulaire, dont les faces sont, au moins dans les portions supérieures, légèrement concaves.

Les arêtes de cet organe, si prononcées qu'elles ont valu à l'espèce le nom de *triqueter*, sont constituées par un épiderme et deux assises très importantes de cellules en palissade, soutenues par trois ou quatre faisceaux, de nombreux cordons sclérenchymateux sous-épidermiques et quelques cellules de parenchyme incolore.

Chaque arête de *S. triqueter* offre donc l'aspect anatomique d'une feuille à structure bifaciale, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par la figure de la planche X.

En somme, la hampe du *S. triqueter* est à proprement parler un cladode triangulaire; par analogie, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue anatomique, on peut aussi considérer la hampe du *S. lacustris* comme un cladode cylindrique.

En effet, le terme cladode désigne une tige dont la morphologie externe et l'anatomie sont modifiées de telle façon que son rôle physiologique soit celui d'une feuille.

C'est dans ce sens que Chodat utilise le terme cladode : cet auteur désigne de ce nom les rameaux cylindriques (pédoncules avortés) fonctionnant comme feuilles chez *Asparagus officinalis*. (Voir ses *Principes de Botanique*, 1920, p. 348, fig. 391.)

La modification de la tige en cladode n'implique

donc pas nécessairement une notion d'aplatissement d'un organe qui à l'origine était cylindrique; du reste le mot *κλάδος* signifie simplement branche.

Cependant on est entraîné, à tort et malgré soi, à considérer l'aplatissement comme la note essentielle du cladode; en effet, la plupart des exemples de cladodes cités par les auteurs classiques : von Martius, Kunth, Fournier, Duchartres, etc., sont tous tirés du cas particulier d'un rameau devenu un organe « plat » à fonction de feuilles.

## CHAPITRE VI

### SCIRPUS PUNGENS VAHL.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

Cette espèce, fort semblable à *S. triqueter*, s'en distingue cependant facilement, parce qu'elle possède deux et parfois trois feuilles végétatives avec limbe, alors que *S. triqueter* n'en possède qu'une; ces feuilles sont insérées sur le coude supportant la hampe et n'enserrent, dans leur gaine, qu'une très petite portion de l'extrémité basale de cet entre-nœud. La hampe, comme celle du *S. triqueter*, est constituée d'un seul entre-nœud et est trigonè, mais à arêtes bien moins prononcées.

*S. pungens* est une espèce vivace de taille et de diamètre nettement plus réduits que *S. triqueter*. Les exemplaires les plus vigoureux n'atteignent que 60 centimètres de hauteur; la hampe se termine par une petite inflorescence dont la plus grande bractée ne dépasse pas 15 centimètres.

*S. pungens* affectionne plutôt les prairies humides en lisière des grands fleuves et des régions littorales, que les bords des eaux eux-mêmes.

Très rare en Belgique, on le trouve plus abondamment en Allemagne à l'embouchure des grands fleuves et en Suisse au bord des lacs. Il existe à des degrés divers de rareté en Europe centrale, dans le Sud-Ouest de l'Europe. On le trouve aussi en Australie et en Amérique.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

En ce qui concerne la disposition et le parcours des faisceaux, *S. pungens* (pl. IX, fig. 4 et 5) présente la plus grande ressemblance avec *S. triqueter* (pl. IX, fig. 1 et 2) : éparpillement des faisceaux dans toute l'épaisseur de la hampe, courses parallèles à l'axe, trois faisceaux plus gros situés vers le centre sur les bissectrices des angles dièdres formés par les arêtes de l'organe, deux catégories de faisceaux : faisceaux normaux et faisceaux acrolysés.

Si nous comparons le nombre de faisceaux chez ces deux espèces, nous constatons que *S. pungens* possède moins de faisceaux que *S. triqueter* : alors que la différence va seulement du simple au double en ce qui concerne les faisceaux foliaires et gemmaires, elle est bien plus marquée en ce qui concerne les faisceaux acrolysés, qui sont dix à quinze fois moins nombreux chez *S. pungens*.

Ces différences sont en relation avec la morphologie externe des deux espèces; en effet, l'inflorescence de *S. pungens* est bien plus réduite que celle de *S. triqueter*, ce qui explique le petit nombre de faisceaux gemmaires qu'on trouve dans *S. pungens*; il en est de même, en ce qui concerne les faisceaux, de la bractée externe, qui est plus rudimentaire chez *S. pungens* que chez *S. triqueter*.

Quant aux faisceaux acrolysés dont la persistance

est en relation avec le développement de la photosynthèse dans la hampe, on comprend qu'ils soient moins nombreux dans une espèce plus petite, où quelques feuilles végétatives étant relativement bien développées, la photosynthèse n'est pas entièrement ou presque entièrement dévolue à la hampe.

### 3. HISTOLOGIE

Tous les tissus que nous avons décrits dans la hampe de *S. triqueter* se retrouvent avec la même disposition dans celle de *S. pungens*.

La hampe de ce dernier est aussi parcourue par des canaux aérifères, tous équivalents, comme cela existe chez *S. lacustris* et *S. triqueter*; il n'y a donc pas lieu de distinguer un vaste canal aérifère central et de petits canaux périphériques : à cet égard *S. pungens*, *S. triqueter* et *S. lacustris* s'opposent à *S. compressus*, *S. maritimus* et *S. sylvaticus*.

Notons cependant, au point de vue histologique, une différence, qui paraît constante, entre *S. triqueter* et *S. pungens* : alors que chez *S. triqueter* les murs de parenchyme qui délimitent les canaux aérifères sont constitués de trois épaisseurs de cellules légèrement étirées (pl. IX, fig. 3), ces mêmes murs, chez *S. pungens*, ne sont constitués que d'une seule assise de cellules sphériques (pl. IX, fig. 6).

## CHAPITRE VII

### SCIRPUS MUCRONATUS L.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

Chez cette espèce, la réduction de l'appareil foliaire est encore plus prononcée que chez les autres *Schoenoplectus* étudiés aux chapitres précédents.

La hampe, constituée, comme celle du *S. triqueter*, d'un seul entre-nœud trigone de 40 à 90 centimètres de long, est entourée à la base de deux gaines foliaires ne montrant pas trace de limbe.

Au point de vue de l'atrophie des organes foliaires, on pourrait donc ranger les *Schoenoplectus* de la manière suivante :

|                                     |       |          |             |      |        |
|-------------------------------------|-------|----------|-------------|------|--------|
| <i>Scirpus pungens</i> . . . . .    | 2 - 3 | feuilles | végétatives | avec | limbe. |
| <i>Scirpus lacustris</i> . . . . .  | 2     |          | id.         |      | id.    |
| <i>Scirpus triqueter</i> . . . . .  | 1     |          | id.         |      | id.    |
| <i>Scirpus mucronatus</i> . . . . . | 0     |          | id.         |      | id.    |

L'inflorescence du *S. mucronatus* est une sorte de glomérule capitiforme, dense, formé d'épillets sessiles assez gros; elle est dépassée par une bractée épaisse de section triangulaire tout à fait semblable (du moins extérieurement) à la tige florale.

*S. mucronatus* est une espèce annuelle qui végète en touffes serrées, mais ne forme pas de stolons; c'est une plante de marais, qui apparaît parfois çà et là avec une grande abondance.

*S. mucronatus* est propre à l'ancien continent, mais on ne le signale pas en Belgique, bien qu'il se trouve en Hollande, en France et en Allemagne.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Une coupe transversale exécutée près de la base de la bractée qui semble être le prolongement de la hampe montre que cette bractée a une forme très particulière (pl. XI, fig. 1).

D'aspect général triangulaire, mais à symétrie bilatérale nette, elle possède des arêtes ayant la forme des extrémités d'une croix de Malte, ce qui augmente considérablement sa surface photo-active.

Toute l'épaisseur de l'organe est subdivisée par des canaux aérifères et le centre est dépourvu de fais-

contiennent des cellules de parenchyme, étoilées, à membranes extrêmement minces, qui se détruisent facilement. Ces canaux sont coupés de diaphragmes non vasculifères, bien plus nombreux que dans les espèces précédemment étudiées; les cellules qui constituent ces diaphragmes sont très régulières, étoilées et ont toutes leurs branches disposées dans le plan horizontal (pl. XI, fig. 4). Il existe aussi des diaphragmes vasculifères composés de cellules à bords crénelés, semblables à celles que nous avons longuement décrites chez *S. lacustris*.

Le parenchyme cortical est très peu développé; son assise la plus externe est à peine palissadique; il est vrai que ce faible développement en épaisseur du parenchyme nécessaire à la photosynthèse est compensé par l'augmentation de surface obtenue par la forme très spéciale de la hampe.

## CHAPITRE VIII

### SCIRPUS CAESPITOSUS L.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

*S. caespitosus*, espèce vivace et de petite taille (le diamètre de ses hampes est de 1 millimètre environ), végétant en touffes serrées, est une plante des tourbières; on la trouve depuis la plaine jusque très haut dans les montagnes (Alpes 2.700 mètres) et en général là où le sol est très acide. Le Grönland, l'Asie, l'Amérique du Nord et la Jamaïque possèdent aussi cette espèce.

Si en Belgique on rencontre *S. caespitosus* çà et là, en Campine notamment, c'est cependant le plateau de la Baraque-Michel qui constitue l'habitat d'élection de cette espèce.

*S. caespitosus* entre en grande fréquence dans la formation des endroits herbeux de la Haute-Belgique, où il forme de grosses et vieilles touffes, jusque dans le petit enclos de la station scientifique de l'Université de Liège.

Lorsqu'on déterre une de ces touffes, après avoir pris la précaution de pénétrer à deux fers de bêche de profondeur, on constate que la souche vivante du *S. caespitosus* n'est que la continuation vers le haut d'une portion de souche transformée en tourbe fibreuse et dont les parties les plus profondes sont déjà de la vraie tourbe granuleuse et friable (phot., pl. XII).

Pour arriver à débrouiller le mode de végétation d'une touffe aussi compacte, nous en avons dégagé certaines ramifications en utilisant un fort courant d'eau. C'est l'une de ces ramifications qui est reproduite par la photo planche XIII.

On constate tout d'abord l'existence de hampes d'âges divers, représentant, en général, trois années de vie.

Sur l'exemplaire photographié nous remarquons six hampes terminées par des épis (hampes de l'année 1931), puis six hampes brisées plus courtes, atteignant la mi-hauteur des précédentes et représentant la végétation de 1930; enfin, quelques très courts débris appartenant aux hampes qui fleurirent en 1929.

Ces hampes sont absolument nues, sauf la base, qui est enveloppée de feuilles écailleuses, dont les deux supérieures de chaque hampe portent un limbe court et pointu appliqué contre l'axe (pl. XIV, fig. 1).

La portion vivante de la souche, représentée sur la photo, est extrêmement curieuse d'aspect : on dirait

une sorte de fourreau écailleux et noirâtre d'où sortiraient par le haut des hampes et par le bas des racines.

Quelle est la constitution de ce fourreau?

Afin de répondre à cette question nous avons inclus dans la celloïdine la portion inférieure de ce fourreau et nous en avons fait des coupes transversales dont l'une est reproduite par la microphotographie planche XV.

On peut facilement voir, dans ce fourreau, la section d'un rhizome et de nombreuses sections de racines (reconnaissables à leur cylindre central), enserrant étroitement ce rhizome.

Les sections en croissants sont celles des feuilles écailleuses insérées sur le rhizome et primitivement apprimées à celui-ci. Les racines, au lieu de croître en s'écartant, suivant un angle plus ou moins aigu, de l'axe qui les produisait, ont perforé les écailles foliaires et se sont glissées tout le long du rhizome, s'appliquant étroitement contre lui, jusqu'à épouser toutes ses irrégularités : elles forment ainsi une sorte de gaine protectrice.

On ne pourrait mieux exprimer cette structure qu'en la comparant à celle d'un câble dans lequel l'âme serait constituée par le rhizome et les filins par les racines.

En résumé, *S. caespitosus* offre dans son mode de végétation des particularités qui le différencient des autres *Scirpus*, mais ces particularités découlent tout naturellement des conditions édaphiques dans lesquelles il vit.

Comme nous allons l'exposer, c'est de la combinaison de deux facteurs, l'un interne et commun à l'organographie de tous les *Scirpus* vivaces, l'autre externe et, en Belgique conditionnant le seul *S. caes-*

*pitosus*, que résultent les particularités végétatives qui distinguent cette espèce.

Dans les endroits où il croît, *S. caespitosus* est continuellement menacé d'être enfoui par suite de l'accumulation des débris végétaux autour de la souche : en effet, *S. caespitosus* colonise des sols très acides où les débris végétaux ne pourrissent pas, mais forment des dépôts qui parfois interviennent dans la formation de la tourbe.

Nous avons photographié une touffe de *S. caespitosus* extraite d'un endroit tourbeux (pl. XII). Cette touffe forme une motte pesant environ 5 kilogrammes, dont la base est constituée par de la tourbe noire à grains fins, dans laquelle on ne retrouve presque plus de structures végétales; la portion moyenne est de la tourbe fibreuse contenant des portions mortes de rhizome et de feuilles écailleuses de *S. caespitosus*; enfin, la portion supérieure est constituée par des rhizomes vivants.

L'enfouissement continu, auquel ils sont soumis, force les rhizomes à croître verticalement, par un mécanisme analogue à celui décrit par J. Massart (1910) pour certaines plantes des dunes, *Ammophila arenaria* notamment.

Si l'on examine l'un de ces rhizomes après l'avoir dépouillé en partie de ces appendices (pl. XIV, fig. I), on constate qu'il est formé d'un sympode de pousses comprenant chacune quelques segments. Une pousse isolée débute par trois ou quatre segments plus longs, portant des feuilles écailleuses (dont on voit les cicatrices annulaires sur la partie dénudée du rhizome); la pousse se continue par quelques segments très courts portant des feuilles écailleuses qui, serrées les

unes contre les autres par suite de la brièveté des entre-nœuds, forment une sorte de bouquet.

Les bourgeons situés dans l'aisselle des feuilles écailleuses se comportent différemment suivant les segments auxquels ils appartiennent. Ceux des segments longs ne se développent généralement pas; par contre, ceux qui sont situés sur les segments courts se développent en axes florifères. Un bourgeon latéral, situé à la base du groupe des segments courts, fournit les quelques segments longs qui sont destinés à constituer la partie végétative du rhizome.

Ainsi chaque année il y a développement simultané d'un groupe terminal de hampes et d'une portion de rhizome à longs entre-nœuds couronnés par un bouquet d'écailles; les bourgeons de ces écailles ne donneront des hampes que l'année suivante.

En résumé, ce mode de végétation est semblable à celui de *Scirpus lacustris*, mais, chez celui-ci, le rhizome croît horizontalement dans la vase; par suite ses hampes se développent perpendiculairement au rhizome et sont espacées, de même que les racines qui en dépendent. Chez *S. caespitosus*, au contraire, par suite de la verticalité du rhizome, les hampes se développent dans son prolongement et sont donc serrées les unes contre les autres, de même que les racines qui en dépendent; de plus celles-ci doivent se frayer passage entre tous les rhizomes d'une même touffe, ce qui provoque leur accolement à leurs propres rhizomes <sup>(1)</sup>.

---

(1) Il y a lieu de comparer la morphologie externe de *S. caespitosus* à celle d'une espèce des savanes amazoniennes, *Scirpus paradoxus*, chez laquelle Raym. Bouillenne a décrit, sous le nom de « tunic-grass », un manchon foliaire dont la persistance permet à cette plante de survivre aux incendies périodiques qui dévastent la région où elle croît.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Une coupe transversale à la base de la hampe, là où celle-ci est entourée d'une gaine foliaire, a une forme polygonale, généralement obscurément hexagonale (pl. XIV, fig. 3). Aux niveaux supérieurs, des cannelures apparaissent à la surface de la hampe et rendent encore moins apparente la forme hexagonale de l'axe floral.

Les faisceaux, toujours en très petit nombre, sont tous à la périphérie de la hampe; ils y sont disposés en un seul cercle et de telle manière qu'un gros faisceau alterne assez régulièrement avec un petit.

En suivant le parcours des faisceaux, on peut se rendre compte que ceux-ci ont un trajet parallèle à l'axe et que ce trajet s'effectue complètement dans le parenchyme cortical.

Comme dans toutes les espèces de *Scirpus* de diamètre très réduit, les faisceaux de l'inflorescence et des bractées s'anastomosent entre eux dans le nœud de l'inflorescence. Ces anastomoses ont pour résultat de réduire, dans de fortes proportions, le nombre des faisceaux effectuant un trajet complet depuis ce nœud jusqu'à la souche. Parmi ces derniers, il devient difficile de distinguer ceux qui sont purement foliaires de ceux qui sont des sympodes; en résumé, tous les faisceaux allant de l'inflorescence à la souche sont, dans ces espèces, plus ou moins sympodiques. Dans certains *Scirpus* même, le diamètre est si réduit, que les faisceaux des bractées et de l'inflorescence se fusionnent entre eux, pour former seulement trois sympodes, ainsi que nous le verrons chez *S. setaceus*, où il n'existe plus de faisceaux purement foliaires dans la hampe.

Cependant si, chez *S. caespitosus*, on suit le par-

cours des faisceaux, on constate qu'il existe un certain nombre de faisceaux acrolysés; ainsi dans l'exemplaire figuré, sur un total de 14 faisceaux qui partent de la base de la hampe (pl. XIV, fig. 3), 8 seulement atteignent l'inflorescence (pl. XIV, fig. 2).

### 3. HISTOLOGIE

Le centre de la hampe du *S. caespitosus* est occupé par un large canal aérifère, rempli de parenchyme à cellules sphériques (pl. XIV, fig. 4 en bas) dont les membranes sont extrêmement minces; ce parenchyme a tendance à se détruire, ce qui rend la hampe fistuleuse. La limite entre le parenchyme cortical, où se trouvent les faisceaux et le canal aérifère central, est formée par deux ou trois assises de cellules de parenchyme à membranes relativement épaisses.

Cette espèce ne possédant pas de cordons de sclérenchyme, la rigidité de l'axe floral est obtenue, grâce au grand développement de la gaine de sclérenchyme des faisceaux, associé à l'existence de cannelures sur la hampe; en outre, l'épiderme, constitué de cellules à membranes extrêmement épaisses sur toutes leurs faces, contribue aussi à augmenter la solidité de la hampe.

Alors que dans la plupart des *Scirpus*, les trachées n'ont qu'une existence transitoire, chez *S. caespitosus* elles persistent dans de nombreux faisceaux.

Entre ces faisceaux, qui, ainsi que nous l'avons décrit plus haut, sont tous rangés à la périphérie de la hampe, existent de petits canaux aérifères (pl. XIV, fig. 2); tout comme le canal axial, ces canaux périphériques sont remplis de parenchyme à cellules sphériques et nous n'avons pas trouvé d'éléments cellulaires étoilés, cependant si fréquents dans le genre *Scirpus*.

## CHAPITRE IX

**SCIRPUS ALPINUS** SCHLEICH.**1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES**

Espèce gazonnante, vivace comme *S. caespitosus*, elle est de taille encore plus réduite et est, avec *S. pauciflorus*, que nous étudierons plus loin, l'une des plus petites espèces appartenant au genre *Scirpus*.

Sa rareté, dans les pays où elle croît, est probablement plus apparente que réelle, et la petitesse des individus, dont la taille varie de 5 à 12 centimètres, fait qu'ils échappent facilement à la vue; la hampe a moins de 1 millimètre d'épaisseur et l'inflorescence tout entière ne mesure que de 2 à 5 millimètres de hauteur.

La souche est formée par des entrelacs de rhizomes grêles; ceux-ci ne se comportent pas tous de la même manière : les uns restent courts et portent les hampes destinées à la « restitution sur place » des axes florifères des années précédentes; les autres s'allongent fortement, forment coude à leur extrémité distale, et s'y enracinent : ainsi ils « propagent » la souche initiale.

Parmi les appendices foliaires de *S. alpinus*, il convient de distinguer les écailles brunâtres et courtes du rhizome, des deux gaines entourant la base de la hampe : ces dernières seules portent un limbe aciculaire rudimentaire.

Alors que *S. caespitosus* peut être regardé comme l'espèce type des terrains tourbeux acides des basses altitudes, *S. alpinus* affectionne plutôt les sols rocailleux et acides. On le trouve sur les rives des ruisseaux à graviers et dans les prairies pierreuses des Alpes,

depuis 1.840 mètres jusqu'à 2.800 mètres d'altitude. C'est réellement une espèce des hautes montagnes : Alpes, Carpathes, Montagnes Rocheuses.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Cette espèce est, au point de vue anatomique, assez différente des autres plantes de la section des *Baeotryon* étudiées dans ce mémoire.

Il est difficile, en effet, de découvrir dans cette espèce l'équivalent d'un canal aérifère : tout au plus peut-on considérer comme en tenant lieu la portion centrale de la hampe, qui, chez *S. alpinus*, est toujours remplie d'un abondant parenchyme de cellules sphériques (pl. XVI, fig. 1). C'est par les méats situés entre ces cellules que doit se faire la circulation des gaz, tout comme chez les autres plantes terrestres.

Les faisceaux sont rangés en un seul cercle à la périphérie de la hampe. Ils se répartissent en faisceaux sympodiques et en faisceaux acrolysés, ces derniers toujours en petit nombre.

Dans l'exemplaire figuré planche XVI, figure 2, on compte 7 faisceaux sympodiques sous le nœud de l'inflorescence; ce sont ces 7 faisceaux (en noir) que l'on retrouve à la base de la hampe, en compagnie de trois faisceaux acrolysés (en blanc) (pl. XVI, fig. 3).

La section de la hampe a généralement une forme triangulaire, surtout immédiatement sous le nœud de l'inflorescence; mais comme chez *Heleocharis acicularis*, où le fait est bien connu, il existe aussi des hampes quadrangulaires; nous avons même trouvé des hampes à cinq, à six ou à sept faces (pl. XVI, fig. 4) <sup>(1)</sup>.

---

(1) Comme nous n'avons pas suivi le parcours des faisceaux dans cet exemplaire, nous n'avons pas fait, dans la figure, de distinction entre faisceaux sympodiques et faisceaux acrolysés.

### 3. HISTOLOGIE

Nous avons indiqué plus haut que *S. alpinus* ne possède pas, à proprement parler, de canaux aéri-fères. Il y a lieu de noter aussi qu'on ne rencontre pas non plus dans cette espèce, de cellules étoilées. Enfin, l'étude histologique des faisceaux démontre que ceux-ci conservent toujours leurs trachées, quels que soient leur âge ou leur niveau.

En résumé, *S. alpinus* ne possède aucun des caractères qui ont fait considérer comme aquatiques, ou au moins comme hydrophiles, les espèces du même genre vues précédemment.

Signalons, en terminant, ce qui a trait à *S. alpinus*, que cette espèce, pas plus que *S. caespitosus*, ne possède de cordons de sclérenchyme : un épiderme à membranes très épaisses et les quelques éléments sclérifiés des faisceaux suffisent du reste amplement à maintenir érigée une plante de taille si réduite.

## CHAPITRE X

### SCIRPUS PAUCIFLORUS LIGHTF.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

D'une taille de 5 à 25 centimètres, grêle et raide comme *S. caespitosus*, possédant comme ce dernier de maigres inflorescences terminales et des souches fibreuses, *S. pauciflorus* s'en distingue cependant facilement par ses gaines foliaires, dont aucune ne porte de limbe avorté et qui se terminent d'une façon brusque, comme coupées en biais : c'est l'espèce la plus aphyllé que nous ayons rencontrée jusqu'ici.

*Scirpus pauciflorus* croît çà et là, dans les prairies inondées, où il est souvent caché dans l'herbe. On le trouve aussi bien dans la plaine que dans les régions

montagneuses et dans la région alpine, où on le récolte jusqu'à 2,800 mètres d'altitude.

Sa dispersion générale est localisée aux régions tempérée et froide de l'hémisphère Nord. Il existe en Islande.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Les faisceaux, toujours en très petit nombre (6 à 12), sont tous localisés à la périphérie de la hampe (pl. XVI, fig. 8).

L'étude du parcours des faisceaux, contrairement à notre attente, n'a pas révélé l'existence de faisceaux acrolysés.

Ce fait nous a d'autant plus frappé que, à la suite de l'étude anatomique que nous avons faite de *Scirpus* à feuilles, d'une part (*phylloscirpus* des systématiciens), et de *Scirpus* plus ou moins aphyllés, d'autre part, nous avons cru que l'existence de faisceaux acrolysés, dans une espèce déterminée, était liée à l'aphyllie de cette espèce.

Il paraît donc étonnant au premier abord, de constater l'absence de cette catégorie de faisceaux, précisément dans l'espèce la plus dépourvue de feuilles que nous ayons rencontrée au cours de ce travail.

Dans notre aperçu sur l'évolution du genre *Scirpus*, nous expliquerons comment cette particularité découle tout naturellement de la combinaison de deux facteurs : tendance à l'aphyllie et atrophie progressive des éléments conducteurs.

## 3. HISTOLOGIE

Les faisceaux possèdent presque tous une lacune ligneuse, provenant de la destruction d'un très petit nombre d'éléments ligneux; il n'y a pas de gaine sclérifiée autour des faisceaux, comme cela existe chez

*S. caespitosus* et *S. Alpinus*. En revanche, cette absence d'éléments de soutien associés au tissu vasculaire est compensée par l'existence d'un nombre considérable de cordons de sclérenchyme sous-épidermiques. Ces cordons sont si rapprochés, qu'ils ne laissent entre eux que la place justement nécessaire aux chambres aérifères stomatiques. On se rappelle que chez *S. caespitosus*, où la gaine sclérifiée des faisceaux est très développée et assure une assez grande rigidité à la hampe, il n'y a pas de cordons de sclérenchyme.

Ces faits apportent, nous semble-t-il, une preuve nouvelle de l'existence d'une loi des compensations réglant la structure anatomique de ces plantes.

## CHAPITRE XI

### SCIRPUS HOLOSCHOENUS L.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

Nous avons observé des exemplaires provenant des bas-fonds humides de la station de Knocke, et d'autres croissant depuis de nombreuses années au Jardin botanique de Liège. Au point de vue morphologie externe, il n'y a guère de différences entre les individus provenant de ces deux endroits; il faut noter cependant que les individus cultivés à Liège sont plus vigoureux et ont une taille un peu plus élevée.

L'exemplaire figuré planche XVII, figure 1, provient du Jardin botanique; il mesurait environ 1 mètre de hauteur.

Comme on le voit, *S. holoschoenus* possède deux feuilles engainantes à limbe très long et extrêmement effilé; mais ses feuilles ne prennent pas insertion sur

une tige aérienne dressée, ainsi que cela a lieu chez *S. sylvaticus* et *S. maritimus*; elles semblent, au contraire, partir du rhizome. En réalité elles s'insèrent sur deux nœuds très rapprochés, formant coude et supportant la hampe; elles sont entourées à leur base par deux ou trois feuilles écailleuses sans limbe.

La hampe, cylindrique, est constituée par un seul entre-nœud ayant ici 97 centimètres de hauteur et supporte une inflorescence à épis globuleux, petits et peu nombreux. Trois bractées, dont deux extrêmement longues, étroites et arquées vers le sol, entourent cette inflorescence.

*Scirpus holoschoenus* est une espèce vivace qui vit en touffes serrées, son rhizome est épais, vigoureux et longuement rampant.

C'est une espèce des rives sablonneuses, pâturages, clairières des forêts de pins. Sa dispersion est fort irrégulière dans le Nord de l'Europe; en Belgique on ne la trouve qu'à Knocke. Dans le Sud de l'Europe, elle est plus répandue. Bien que croissant en général dans le pays bas, on la trouve parfois en montagne, mais alors elle est stérile : (Pozza della Parisa, Serrada 1.100 m.). *S. holoschoenus* existerait aussi au Caucase et en Amérique du Nord.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Comme chez *S. sylvaticus* et *S. maritimus*, tous les faisceaux sont disposés à la périphérie de la hampe (pl. XVII, fig. 2); le centre de celle-ci étant occupé par du tissu parenchymateux.

On remarque très bien, sur les coupes transversales, que les faisceaux les plus gros sont aussi ceux qui se rapprochent le plus du centre, comme cela existe chez les palmiers.

Il était intéressant, vu la longueur extraordinaire de l'entre-nœud formant hampe, jointe à l'étroitesse de son diamètre, de se demander comment se comportaient les faisceaux de l'inflorescence au cours de leur trajet vers le rhizome.

Des coupes successives dans l'exemplaire figure 1 nous ont montré que ces faisceaux, au nombre de 45, avaient des parcours parallèles et se retrouvaient tous à la base de la hampe (pl. XVII, fig. 3, en noir).

En outre nous avons constaté à la base de cet organe l'existence de 23 faisceaux acrolisés (en blanc dans les figures) sans rapport ni avec l'inflorescence ni avec les bractées.

### 3. HISTOLOGIE

Le centre de la hampe est occupé par un parenchyme de cellules sphériques (pl. XVII, fig. 6), à parois minces, laissant entre elles des méats <sup>(1)</sup>. Ces cellules ne devenant jamais étoilées, comme chez *S. lacustris*, l'accroissement diamétral se fait surtout grâce à l'extension de lacunes périphériques, qui sont ici bien plus vastes (pl. XVII, fig. 4) que chez *S. maritimus* et *S. sylvaticus*.

Les *S. holoschoenus* provenant de Knocke possèdent un parenchyme en palissade très caractéristique, composé d'une demi-douzaine d'assises de cellules à chlorophylle (pl. XVII, fig. 5). Ce parenchyme est interrompu de distance en distance par de très nombreux massifs de sclérenchyme, allongés perpendiculairement à l'épiderme; celui-ci est recouvert par une cuticule extrêmement épaisse.

---

(1) Nous avons parfois constaté que certaines hampes vigoureuses à l'excès, et provenant du Jardin botanique de Liège, devenaient fistuleuses par destruction de la partie centrale de ce parenchyme.

Les *S. holoschoenus* cultivés au Jardin botanique de Liège ont perdu cette conformation du parenchyme externe propre aux plantes de grande lumière, ainsi que les caractères xérophytiques de la cuticule et du sclérenchyme (pl. XVII, fig. 4).

La comparaison des figures 4 et 5 montre combien il est difficile de caractériser une espèce par des caractères purement histologiques; les différences de dimensions et de forme des cellules, des faisceaux, des méats, provoquées par les conditions écologiques et réglées par la plasticité propre à l'espèce étudiée, rendent presque inutilisables des diagnoses de détails histologiques isolés.

## CHAPITRE XII

### SCIRPUS SETACEUS L.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

*S. setaceus*, espèce annuelle ou pérennante, atteint rarement plus de 15 centimètres de hauteur; par contre, on la trouve souvent formant un véritable gazon de 5 à 6 centimètres de hauteur (pl. XVI, fig. 5).

A l'examen, ce gazon se montre formé, en majeure partie, d'une multitude de hampes florifères, sorte d'aiguilles n'atteignant, en diamètre, qu'une fraction de millimètre. Ces hampes portent des épillets, souvent groupés par deux ou par trois, en un glomérule rejeté latéralement : la bractée la plus inférieure, raide et pointue, surmonte la hampe et paraît ainsi en être le prolongement. La base de l'axe florifère est entourée de feuilles engainantes, les plus inférieures réduites à des écailles, les supérieures portant le plus souvent un limbe très court et pointu.

Ce limbe prend parfois un très grand développe-

ment atteignant la longueur de la hampe : mêlé aux axes florifères, dont il a le diamètre et presque la raideur, il passe souvent inaperçu. Ce développement du limbe n'est pas, comme chez *S. lacustris*, nécessairement lié à une trop grande profondeur d'eau : sur le même individu on peut trouver des hampes dont la gaine supérieure est simplement surmontée d'une pointe courte représentant le limbe atrophié, et des hampes dont la gaine supérieure est prolongée par un limbe de plusieurs centimètres (pl. XVI, fig. 5).

La souche du *S. setaceus* est formée d'entrelacs de rhizomes grêles, fournissant à chaque nœud des pousses florifères et des racines. Comme *S. Michelianus*, c'est une espèce de l'ancien continent. On la trouve dans les lieux herbeux et humides, mêlée aux autres plantes; elle croît au Tyrol jusqu'à 1.150 mètres d'altitude.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Des coupes faites au sommet de la hampe montrent que celle-ci ne contient que trois faisceaux, qui sont les sympodiques à la fois des épillets et des bractées. Ces faisceaux sont situés à mi-distance entre le centre et la périphérie. Ils alternent régulièrement avec trois petites lacunes (pl. XVI, fig. 6).

Des coupes faites à des niveaux plus inférieurs montrent que la hampe que nous décrivons possède un seul faisceau acrolisé (pl. XVI, fig. 7).

## 3. HISTOLOGIE

Dans cette espèce au diamètre si réduit on ne peut pas distinguer, à proprement parler, de chambres aérifères limitées par des murs de parenchyme

comme nous en avons rencontré chez *S. lacustris*, *S. triqueter* et *S. pungens*; tout au plus peut-on considérer comme ayant même fonction, ces trois lacunes dont les dimensions n'excèdent guère celles d'une cellule de parenchyme (pl. XVI, fig. 6).

Sous l'épiderme se trouvent des cordons de sclérenchyme au nombre d'une dizaine. Le centre de la hampe est occupé par un parenchyme comprenant quelques cellules polyédriques.

## CHAPITRE XIII

### SCIRPUS SUPINUS L.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

*Scirpus supinus*, espèce annuelle, est, comme *S. setaceus*, une plante gazonnante, rare et de taille réduite. Il ne forme pas de rhizomes, mais de petites touffes d'où s'élèvent de nombreuses hampes. Chaque hampe est cylindrique, cannelée et surmontée d'une bractée aciculaire, raide et dressée; celle-ci est dans le prolongement exact de l'axe floral, extrêmement longue et parfois même plus grande que la hampe.

La hampe est entourée à sa base de quelques gaines foliaires, dont la supérieure seule porte un limbe étroit et court.

On trouve *Scirpus supinus* dans les sols sablonneux et humides, çà et là, très dispersé en Europe, Asie, Afrique, Amérique du Nord et Australie.

#### 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Les faisceaux sont disposés d'une manière qui rappelle celle que nous avons décrite chez *S. lacustris*, *S. triqueter*, *S. pungens* et *S. mucronatus*. En effet,

il existe chez *S. supinus*, comme dans ces espèces, des canaux aérifères nombreux, tous équivalents et limités par des murs de parenchyme. Ces canaux occupent toute l'épaisseur de la hampe et c'est dans l'épaisseur de leurs parois qu'est logé tout le système vasculaire (pl. XVI, fig. 9).

Cependant, les faisceaux du *S. supinus* montrent dans leur disposition certaines caractéristiques qui permettent de reconnaître immédiatement cette espèce.

On se rappellera d'abord que *S. triqueter*, *S. pungens* et *S. mucronatus* ont une symétrie trimère bien marquée par la présence de trois gros faisceaux, situés sur les bissectrices des arêtes : le *S. supinus*, au contraire, a une symétrie bilatérale comme *S. lacustris*. Cette symétrie est marquée par l'existence de deux gros faisceaux situés dans le plan médian, indiqué par une ligne de petites croix, correspondant à la grande bractée (pl. XVI, fig. 9). De chacun de ces faisceaux s'écartent en divergeant trois murs de parenchyme (marqués en pointillés) aux extrémités desquels on trouve un faisceau périphérique.

Ensuite dans le plan frontal existent aussi deux grands faisceaux. Ce plan ne peut être confondu avec le plan médian, parce qu'à chacun des deux gros faisceaux situés dans ce plan ne correspondent que deux petits faisceaux périphériques.

Enfin, on distinguera facilement *S. lacustris* de *S. supinus* parce que ce dernier ne possède pas de faisceau central.

Le nombre des faisceaux est bien plus petit que chez *S. lacustris* et il n'existe pas de faisceaux acrolisés.

### 3. HISTOLOGIE

Tous les tissus décrits dans les espèces appartenant à la section des *Schoenoplectus* se retrouvent chez *S. supinus*, qui possède, comme *S. lacustris*, des cordons de sclérenchyme nombreux et sous-épidermiques, des canaux aérifères, limités par des murs de parenchyme et divisés de distance en distance par de nombreux diaphragmes.

## CHAPITRE XIV

### SCIRPUS FLUITANS L.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

*S. fluitans*, comme *S. sylvaticus*, est une espèce vivace, possédant une tige abondamment feuillée, mais alors que *S. sylvaticus* est entièrement terrestre, *S. fluitans* est complètement aquatique (pl. XVIII, fig. 1). La taille des individus varie entre 15 et 30 centimètres de longueur.

Dans une tige de *S. fluitans*, on peut distinguer trois parties :

1° Un rhizome à végétation monopodique, flottant, formé de longs segments et portant à chaque nœud une feuille et parfois des racines.

2° Une portion végétative, constituée d'entrenœuds assez longs; chaque nœud porte une feuille avec limbe et gaine, à l'aisselle de laquelle un bourgeon développe trois ou quatre segments très courts, munis de feuilles formant une sorte de bouquet. Une préfeuille bicarénée est adossée à l'axe principal.

3° Une portion reproductrice ne portant que des hampes et des feuilles rudimentaires. Cette troisième portion a un mode de ramification très particulier: en effet, ainsi qu'on peut facilement le constater, les

préfeuilles qu'on trouve à la base de chaque hampe sont adossées à celle-ci (pl. XVIII, fig. 8) et non à l'axe principal; celui-ci, de monopodique qu'il était dans ses portions végétatives, devient donc sympodique à partir du niveau où il est sexué. En effet, la formation terminale de chaque hampe arrête sa croissance; celle-ci ne reprend que par le développement d'un bourgeon latéral. La base de chaque hampe est entourée d'une feuille engainante terminée par un limbe court, triangulaire et réfléchi.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Dans une coupe transversale de la hampe, on voit que tous les faisceaux sont rangés en un seul cercle à mi-distance entre la périphérie et le centre (pl. XVIII, fig. 2).

Des coupes successives démontrent que trois faisceaux seulement proviennent de l'inflorescence (pl. XVIII, fig. 3); un centimètre sous l'inflorescence, on trouve, en plus, deux faisceaux acrolisés (pl. XVIII, fig. 4). A la base, il existe quatre faisceaux acrolisés (pl. XVIII, fig. 5). (Voir schéma du parcours des faisceaux pl. XXII, fig. 2, portion supérieure.)

L'anatomie de l'axe principal diffère énormément de celle des hampes, par le fait que les faisceaux se groupent en une stèle axiale (pl. XVIII, fig. 6) comme chez les *Potamogeton*. (Voir schéma du parcours des faisceaux pl. XXII, fig. 2, portion inférieure.)

On reconnaît facilement dans cette stèle les différents faisceaux qui entrent dans sa composition, ils restent, en effet, isolés les uns des autres, et leur constitution est celle qu'on rencontre chez tous les *Scirpus*, et que nous avons décrite à propos du *S. lacustris*. Les faisceaux et les canaux aérifères sont plus nombreux.

Dans le rhizome (pl. XVIII, fig. 7), la concentration des faisceaux est plus accentuée; la stèle ne forme plus qu'un étroit cordon dans lequel ce n'est qu'avec beaucoup d'attention qu'on peut arriver à distinguer les faisceaux les uns des autres.

Cependant on y arrive grâce au dénombrement des pôles trachéens qui, chose curieuse, persistent longtemps dans cet organe entièrement aquatique, alors qu'ils sont rapidement détruits dans les portions aériennes de la plupart des *Scirpus*.

### 3. HISTOLOGIE

La hampe contient des canaux aérifères, alternant régulièrement avec les faisceaux; le parenchyme intérieur de ces canaux est détruit (pl. XVIII, fig. 2).

Les murs de parenchyme, limitant les canaux aérifères, se rejoignent au centre où ils forment une sorte de colonne axiale de soutien qui s'étend dans toute la longueur de l'organe. Toutes les cellules du parenchyme sont sphériques, sauf dans les portions supérieures de la hampe, où les deux rangs sous-épidermiques s'allongent perpendiculairement à la surface, constituant un parenchyme en palissade très net. (La coupe que nous décrivons a été exécutée à la base de la hampe là où ce parenchyme en palissade n'existe pas.)

Les canaux aérifères offrent un aspect très particulier : on les dirait remplis d'immenses cellules à parois minces. En réalité, les cloisons qui les subdivisent sont formées par l'affaissement sur elles-mêmes de deux membranes appartenant à la même cellule. La cavité de celle-ci correspond donc en somme à une fente virtuelle, tandis que les méats, devenus énormes, pourraient être pris pour les cavités cellulaires.

Enfin, signalons que dans toutes les portions de cette plante existent des cordons sclérenchymateux sous-épidermiques (en hachuré dans nos dessins : pl. XVIII, fig. 2 et 7).

## CHAPITRE XV

### SCIRPUS TENUISSIMUS BOECK.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

Extrêmement semblable à *S. fluitans*, cette espèce est encore d'un diamètre plus étroit : on dirait une algue confervacée.

Elle possède le même mode de ramification que celui décrit à propos du *S. fluitans* et son genre de vie : c'est une espèce entièrement submergée et flottante, sauf l'extrémité des hampes.

*S. tenuissimus* a une aire de dispersion bien plus réduite que l'espèce voisine, *S. fluitans* : il n'existe qu'en Afrique australe et à Madagascar, où Chermeson l'a signalé en 1931.

#### 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Dans la hampe, les faisceaux, moins nombreux encore que chez *S. fluitans*, se comportent comme chez ce dernier et sont disposés de semblable façon : il existe trois faisceaux sympodiques (en noir) et deux ou trois autres acrolisés (en blanc) (pl. XIX, fig. 1). (Voir aussi pl. XXII, fig. 3, le schéma du parcours des faisceaux, portion supérieure).

Dans la tige feuillée et dans le rhizome, on constate l'existence d'une stèle contenant tous les tissus vasculaires : la concentration de ceux-ci est telle, qu'il devient difficile de dénombrer exactement les faisceaux qui la constituent (pl. XIX, fig. 2), pl. XXII, fig. 3, portion inférieure).

### 3. HISTOLOGIE

La hampe comme la tige feuillée et le rhizome contiennent une série de canaux aérifères périphériques : la stèle est simplement réunie au parenchyme chlorophyllien cortical par les murs de séparation de ces canaux.

Il existe quelques cordons sclérenchymateux périphériques.

## CHAPITRE XVI

### **SCIRPUS SPADICEUS** (DESV.) BOECK.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

Cette espèce est extrêmement remarquable par la rigidité extraordinaire de sa hampe, alliée à une ténuité extrême (pl. XX, fig. 1).

L'étude anatomique que nous en ferons plus loin fera connaître par quel procédé cette rigidité est obtenue.

*S. spadiceus* est une espèce annuelle sans rhizome, de petite taille, et formant des touffes serrées, d'où s'élèvent les hampes.

Chaque individu possède quelques feuilles végétaives aciculaires sans limbe, insérées au raz du sol. Deux feuilles engainantes, avec limbe rudimentaire, enserrrent la base de l'axe qui se termine par un, deux ou trois épis globuleux, rouge cramoisi. Une bractée de quelques millimètres prolonge la hampe.

*S. spadiceus* est une espèce des Antilles et de l'Afrique tropicale; il existe au Congo dans le territoire du Haut-Oubangui.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Les faisceaux, au nombre de huit dans l'exemplaire figuré, sont tous des sympodiques de l'inflorescence; ils parcourent la hampe dans toute sa longueur en restant à mi-distance entre le centre et la périphérie (pl. XX, fig. 2).

Parmi ces faisceaux, on en remarque quatre plus gros qui alternent régulièrement avec les autres. Le plus gros faisceau, situé dans le plan médian, indique la position du plan de symétrie de la bractée.

Alors que des lacunes aquifères prennent habituellement naissance dans les plus gros faisceaux, il n'en existe jamais dans les petits faisceaux intermédiaires où les trachées sont toujours bien visibles.

## 3. HISTOLOGIE

La coupe transversale de la hampe révèle à l'observateur une différenciation et une disposition des tissus d'une symétrie véritablement merveilleuse (pl. XX, fig. 2).

La hampe possède huit côtes, dont quatre plus fortes correspondant aux gros faisceaux.

Ces côtes sont renforcées intérieurement par des massifs de sclérenchyme, extrêmement épais, laissant entre eux juste l'espace nécessaire aux chambres aérifères stomatiques.

Les stomates forment, en effet, huit files sur toute la longueur de la hampe.

La rigidité est encore augmentée par le fait que chaque faisceau est entouré complètement par une gaine de fibres, disposées en une seule assise.

Le centre de la hampe contient un parenchyme de cellules sphériques, à membranes minces, qui se détruisent et rendent l'axe floral fistuleux.

Le parenchyme chlorophyllien est peu abondant et est limité, en somme, aux cellules qui constituent les chambres aérifères.

## CHAPITRE XVII

### SCIRPUS CUBENSIS KUNTH.

#### 1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES

*Scirpus Cubensis* (pl. XIX, fig. 3) est une espèce très vigoureuse, possédant, habituellement, au moins quatre feuilles longues et rubanées avec gaine et limbe bien développé. Mais ces feuilles sont toutes insérées sur quelques segments courts, au niveau du sol, et entourées de quelques gaines sans limbe; cependant, l'entre-nœud qui supporte la hampe est le plus souvent long de quelques centimètres.

Ce *Scirpus* est vivace; lorsqu'il est âgé, il possède un rhizome dont les segments ont un centimètre environ de long et qui est fort semblable à celui de *S. holoschaenus*. Outre ce rhizome, il existe aussi des stolons de propagation, minces et rougeâtres, dont les entre-nœuds sont très allongés.

La hampe est longue et trigone; elle est surmontée d'une inflorescence qui est formée d'un ou de plusieurs glomérules. Le glomérule terminal est sessile; s'il se développe des glomérules latéraux, ils sont longuement pédonculés, ce qui donne un tout autre aspect à l'inflorescence. Les bractées sont longues, raides et leur nombre est variable.

On trouve *S. Cubensis* dans les régions chaudes et humides de l'Amérique, de l'Afrique et à Madagascar.

## 2. PARCOURS DES FAISCEAUX

Les faisceaux de la hampe, extrêmement nombreux (pl. XIX, fig. 4), sont répartis comme chez *S. sylvestricus*, le centre de l'axe floral restant libre de tous tissus vasculaires. Pour autant que nous puissions l'affirmer, étant donnée la rareté des matériaux dont nous disposons, *S. Cubensis* ne possède pas de faisceaux acrolisés et le parcours des faisceaux est semblable à celui décrit chez *S. sylvestricus*.

## 3. HISTOLOGIE

Toute la hampe est creusée de canaux aérifères. Les murs de ces canaux sont constitués de cellules de parenchyme qui restent toujours isodiamétriques. Alors que chez *S. sylvestricus* le centre de la hampe était occupé par une vaste lacune remplie d'un tissu très mollique, chez *S. Cubensis*, la région correspondante est constituée par des cellules semblables à celles qui forment les murs des canaux aérifères; en d'autres termes, l'axe de la hampe est formé par une colonne de parenchyme non lacuneux. Dans les portions inférieures de la hampe (pl. XIX, fig. 4), cette colonne de parenchyme est soutenue par quelques cordons de sclérenchyme. Il n'existe pas d'autres cordons de sclérenchyme que ceux que nous venons de signaler, mais les tissus épidermiques et sous-épidermiques forment, autour de la hampe, une gaine sclérifiée de trois ou quatre assises de cellules; cette gaine n'est interrompue qu'en de rares endroits, là où il existe un stomate.

Les faisceaux sont constitués comme ceux du *S. lacustris*.

## CHAPITRE XVIII

**SCIRPUS GIGANTEUS KUNTH.****1. CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET NOTES ÉCOLOGIQUES**

Cette espèce, sans doute la plus grande du genre, constitue d'immenses colonies dans les régions humides du Brésil où, d'après ce qui nous a été rapporté par Raym. Bouillenne, elle est utilisée par les indigènes pour construire leurs cases.

La hampe a la grosseur d'une canne et se termine par trois larges et longues bractées, dont les bords et le dos de la nervure médiane sont garnis de dents courtes et acérées. L'inflorescence énorme est constituée de nombreuses ramifications se terminant par des glomérules de fleurs. Les feuilles sont très longues et plates; desséchées, elles forment des sortes de lattes extrêmement solides.

C'est une espèce propre aux régions chaudes et humides du Brésil.

**2. PARCOURS DES FAISCEAUX**

Les faisceaux, au nombre de plusieurs centaines, sont éparpillés dans presque toute l'épaisseur de la hampe, mais cependant le centre de celle-ci, comme chez *S. Cubensis*, reste libre de tout élément conducteur (pl. XIX, fig. 5).

Il semble qu'il n'existe pas de faisceaux acrolisés, ce qui est normal étant donné le grand développement de l'inflorescence et des bractées : celles-ci, grâce à leur longueur et à leur largeur, fonctionnent comme de véritables feuilles végétatives. Le parcours des faisceaux est semblable à celui décrit chez *S. sylvaticus*.

### 3. HISTOLOGIE

La hampe contient de nombreux canaux aérifères périphériques comme chez *S. sylvaticus*. Le reste de l'organe est constitué par un parenchyme méatique dans lequel sont plongés les faisceaux; ceux-ci ont une gaine épaisse et sclérifiée et ont la même constitution que ceux du *S. lacustris*.

Il existe de nombreux et gros cordons de sclérenchyme sous-épidermiques; ces cordons sont si proches les uns des autres, qu'ils laissent à peine la place nécessaire aux chambres aérifères des stomates.

---



## CONCLUSIONS

### I. — LES FAISCEAUX ACROLYSÉS

1. Il existe dans la hampe de certains *Scirpus* des faisceaux spéciaux, faisceaux acrolysés, terminés en bouts libres vers le haut et sans rapport ni avec les feuilles, ni avec l'inflorescence.

2. La comparaison, au point de vue anatomique, d'espèces à tige végétative très feuillue, à bractées bien développées et à inflorescences volumineuses, avec des espèces où ces organes sont très réduits, fournit une forte présomption en faveur de l'hypothèse suivante : les faisceaux acrolysés seraient des faisceaux foliaires ou gemmaires en voie de régression.

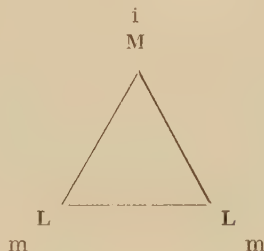
3. L'hypothèse précédente est confirmée par la découverte, que nous venons de faire, d'une espèce de *Scirpus*, chez laquelle il existe trois faisceaux acrolysés qui par la position qu'ils occupent dans la hampe sont en continuité géométrique avec trois faisceaux foliaires de la bractée.

*S. maritimus*.  
*S. lacustris*.  
*S. triqueter*, etc.

*S. sylvaticus* : grandes bractées, feuilles bien développées, pas de faisceaux acrolysés.

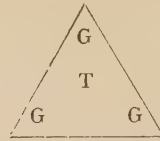
*S. lacustris*, *S. triqueter* : espèces plus ou moins aphyllées, nombreux faisceaux acrolysés.

La grande bractée de *S. Mucronatus* possède la formule foliaire suivante :

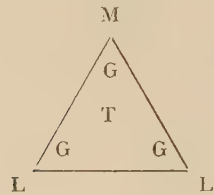


dans laquelle la position géométrique des faisceaux dans la hampe est indiquée par la position de leur symbole. Le sommet de la hampe contient,

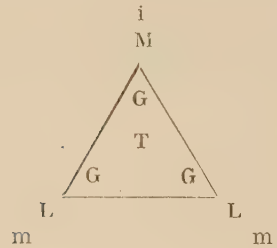
outre la trace vasculaire de l'inflorescence :



une partie seulement de la trace vasculaire de la bractée, les *mim* étant disparus (acrolysés) à ce niveau :



A la base de la hampe, on retrouve la trace vasculaire complète de la bractée :



4. La comparaison des *Scirpus* aphyllés avec des *Scirpus* à feuilles et à bractées normales démontre que la régression des faisceaux acrolisés est liée à la réduction des bractées et des inflorescences.

5. Parmi les *Scirpus* qui n'ont pas de faisceaux acrolisés, on doit distinguer deux catégories :

1° Celle comprenant les espèces qui n'en possèdent « pas encore » parce que leurs brac-

Voir ci-dessus n° 2.

tées et leurs inflorescences étant très développées, aucun faisceau n'a subi l'atrophie de son sommet;

*S. sylvaticus.*

2° Celle groupant les espèces qui n'en possèdent « plus », les bractées et les inflorescences étant si réduites que l'atrophie a fait disparaître complètement ces faisceaux.

*S. pauciflorus.*

*S. spadiceus.*

6. Entre ces deux catégories existent des stades intermédiaires qui les relient d'une façon continue.

|                              | Nombre<br>de faisceaux<br>acrolysés. |
|------------------------------|--------------------------------------|
| <i>S. sylvaticus.</i> . . .  | 0                                    |
| <i>S. mucronatus.</i> . . .  | 3                                    |
| <i>S. maritimus.</i> . . .   | 11                                   |
| <i>S. caespitosus.</i> . . . | 8                                    |
| <i>S. alpinus.</i> . . .     | 3                                    |
| <i>S. pauciflorus.</i> . . . | 0                                    |

7. Dans certains cas, la régression des faisceaux acrolysés peut non seulement s'arrêter, mais même se transformer en une hypertrophie des portions jusqu'alors conservées.

*S. lacustris* : exemplaires moyens, plus de cent faisceaux acrolysés.

Cette hypertrophie résulte du changement de fonction de l'organe contenant les faisceaux acrolysés.

## II. — LA HAMPE-CLADODE

1. On constate dans le genre *Scirpus* l'existence d'un certain nombre d'espèces aphylls, à côté d'autres espèces à feuilles bien développées. Ces deux groupes sont réunis par une série de types intermédiaires chez lesquels cette tendance à

| Grandes espèces.            | Nombre<br>de feuilles<br>végétatives. |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| <i>S. sylvaticus.</i> . . . | env. 8-∞                              |
| <i>S. Cubensis.</i> . . .   | env. 4                                |
| <i>S. pungens.</i> . . .    | 2-3                                   |
| <i>S. triqueter.</i> . . .  | 1                                     |
| <i>S. mucronatus.</i> . . . | 0                                     |

l'atrophie des organes foliaires est plus ou moins marquée. Le nombre des feuilles avec limbe est indépendant de la taille de l'espèce. La morphologie externe comparée, des différents groupes, permet d'affirmer que la réduction de l'appareil foliaire est compensée par un développement des hampes (voir modalités sous 4).

2. Le développement des hampes a pour résultat de doter les *Scirpus* plus ou moins aphyllés, d'organes capables de remplir les fonctions normalement accomplies par les feuilles.

3. Cette transformation des hampes aboutit dans certains cas à faire de celles-ci de véritables cladodes.

4. Les fonctions de photosynthèse et de respiration étant proportionnées, toutes autres fonctions restant constantes, au développement de la surface de l'organe qui remplit ces fonctions, une grande surface est obtenue chez les *Scirpus* (dans le cas du remplacement des feuilles par des cladodes) par divers procédés :

a) Multiplication de cladodes très fins;

b) Hypertrophie d'un cladode unique cylindrique;

c) Exagération et aplatissement des arêtes d'un cladode triangulaire;

d) Concavité des faces d'un cladode triangulaire;

e) Formation en croix de Malte.

| Petites espèces. | Nombre<br>de feuilles<br>végétatives. |
|------------------|---------------------------------------|
|------------------|---------------------------------------|

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| <i>S. fluitans</i> . . . .  | 2 - 4 - $\infty$ |
| <i>S. setaceus</i> . . . .  | 2 - 1            |
| <i>S. supinus</i> . . . .   | 1                |
| <i>S. caespitosus</i> . . . | 0                |
| <i>S. pauciflorus</i> . . . | 0                |

Voir le paragraphe 4.

*S. triqueter.*

Espèces gazonnantes : *S. caespitosus*, *S. setaceus*, *S. supinus*, *S. pauciflorus*.

*S. lacustris.*

*S. pungens.*

*S. triqueter.*

*S. triqueter.*

*S. mucronatus.*

### III. — DES DIFFÉRENTS TYPES DE STRUCTURE ANATOMIQUE ET DE LEURS RAPPORTS AVEC LES SECTIONS ÉTABLIES PAR LES SYSTÉMATICIENS

L'étude de l'anatomie structurale et histologique à laquelle nous nous sommes livré nous permet d'affirmer qu'il existe, dans le genre *Scirpus*, quatre types anatomiques principaux; nous les appellerons : I normal, II à hampes hypertrophiées, III à hampes aciculaires et multiples, IV centrostéliques.

#### Type I ou normal.

Espèces à tige végétative feuillée prépondérante; à hampe grêle, n'ayant pas ou ayant très peu de faisceaux acrolisés, à faisceaux nombreux, disposés en plusieurs rangs et tous périphériques, le centre de l'axe restant libre de tout élément vasculaire; le système aérifère est très peu développé.

Appartiennent au type normal : *S. sylvaticus* et *S. maritimus*.

Le type I ou normal correspond à la section systématique des *Phyllocirpus*, section comprenant les espèces ayant une inflorescence terminale simulant une ombelle et un périanthe rudimentaire de 3 à 6 sétules.

#### Type II ou à hampes hypertrophiées.

Espèces à tige végétative feuillée très réduite; montrant une tendance très marquée à l'aphyllie allant jusqu'à l'aphyllie totale (*S. mucronatus*). Développement considérable de la hampe aboutissant à son hypertrophie (*S. lacustris*). Cette hampe acquiert des caractères anatomiques qui lui permettent de remplir les fonctions des feuilles : parenchyme chlorophyllien

en palissade, système lacuneux aérifère très développé, système vasculaire à réseaux grâce à l'existence d'anses vasculaires horizontales reliant les faisceaux longitudinaux; cette liaison se fait à la faveur de diaphragmes constitués de cellules crénelées rectangulaires (*S. lacustris*).

Il existe toujours des faisceaux acrolysés, parfois en proportion énorme.

Les faisceaux sont éparpillés dans toute l'épaisseur de la hampe jusqu'au centre; la hampe est parcourue dans toute sa longueur par de véritables canaux aérifères; ceux-ci sont divisés par des diaphragmes horizontaux formés de cellules plates et étoilées.

Sont à rattacher au type II, *S. triqueter*, *S. pungens*, *S. lacustris*, *S. mucronatus*; ce type, d'autre part, correspond à la section systématique des Schoenoplectus à laquelle appartiennent les espèces caractérisées par des inflorescences rejetées sur le côté par la bractée involucrelle, à épis peu nombreux, sessiles ou brièvement pédonculés groupés en corymbe. Les fleurs ont un périanthe rudimentaire comprenant des sétules au nombre de 3 à 8.

#### **Type III ou à hampes aciculaires et multiples.**

Espèces de très petite taille; tiges feuillées extrêmement réduites; hampes aciculaires à structure de cladode; individu à végétation gazonnante par multiplication des hampes.

On remarque une tendance à la réduction du nombre des faisceaux allant jusqu'à la suppression totale des faisceaux acrolysés (*S. pauciflorus*).

Les faisceaux sont tous périphériques et disposés en un seul rang.

La réduction du diamètre des axes et leur multiplication coïncident avec la réduction du système lacuneux aérifère interne.

Appartiennent à ce type : *S. caespitosus*, *S. alpinus*, *S. pauciflorus*, c'est-à-dire les espèces relevant de la section systématique des Baeotryon, qui est caractérisée par une inflorescence en épis isolés, terminaux et un périanthe de 6 sétules.

#### Type IV ou centrostélisque.

Espèces grêles, à tige végétative longue et feuillée, à hampe courte, à faisceaux peu nombreux disposés sur un seul rang, avec tendance à se grouper en stèle dans les portions submergées : *S. fluitans*, *S. tenuissimus*.

Le type centrostélisque correspond à la section systématique des Eleogiton : celle-ci rassemble les espèces semblables aux Baeotryon mais ayant des fleurs sans sétules.

Outre les espèces appartenant à ces quatre types principaux, il en existe un certain nombre d'autres qui peuvent être considérées, soit comme réalisant des formes intermédiaires, soit comme constituant des formes aberrantes.

Par exemple *S. compressus*, dont la structure anatomique représente un type réduit de *S. maritimus*, permet, grâce à l'allongement relatif que prend chez lui l'axe floral, de passer des *Scirpus* normaux aux *Scirpus* à cladode.

*Scirpus compressus* appartient à la section des Blysmus, qui ne diffère de la section des Phylloscirpus que par une inflorescence plus simple, disposée en épis terminal; d'autre part, *S. holoschaenus* pos-

sède une hampe, peu lacuneuse, dans laquelle les faisceaux sont disposés exactement comme ceux du *S. maritimus* (type normal) et comportent les mêmes catégories; par contre, cette hampe montre certaines des caractéristiques qui sont le propre du type II, comme l'allongement de cet organe et la faculté qu'il possède de former, en grande lumière, du parenchyme en palissade.

Ses feuilles avec limbe sont grandes comme dans le type « normal », mais peu nombreuses (ici deux) comme chez les espèces du type II « à hampe hypertrophiée ».

*S. holoschaenus* appartient à la section du même nom et a pour caractéristique des inflorescences en têtes sphériques, formées d'épis sessiles, et des fleurs sans rudiments de périanthe.

Enfin, *S. setaceus* et *S. supinus* (section systématique des *Euisolepis*, caractérisée par une inflorescence rejetée sur le côté et comprenant 1 à 3 épis sessiles de fleurs sans sétules), relie le sous-genre des *Isolepis* au sous-genre des *Euscirpus* (ces deux sous-genres ne diffèrent que par la présence chez les *Euscirpus* de rudiments d'enveloppe florale constitués parfois de sétules à peine visibles).

*S. supinus* avec ses quelques canaux aérifères, ses murs de parenchyme, sa symétrie bilatérale, rappelle d'une part *S. pauciflorus* et d'autre part constitue un type réduit de *S. lacustris* (*Euscirpus*).

Enfin, comme espèce aberrante, à structure anatomique très particulière, citons *S. spadiceus*, pour lequel les systématiciens ont créé la section à espèce unique, *Nemum*, caractérisée par un épi isolé, terminal, de fleurs à périanthe nul.

Quant aux espèces appartenant à la section des

Androcoma (section comprenant les *Scirpus* à inflorescences très volumineuses, à fleurs sans périanthe et à étamines s'allongeant fortement à la floraison et tombant avec le fruit), on peut les caractériser en disant que par la transformation de leur hampe en cladode vigoureux, elles se relient au type II, tandis que par la disposition de leurs faisceaux en assises périphériques, laissant libre le centre de la hampe, et par le peu de développement du système lacuneux aérifère, elles se rattachent au type I ou normal. Pour ces deux raisons, *S. giganteus* et *S. Cubensis* méritent bien de former une section à part : celle des Androcoma reliant entre elles les deux sections systématiques : *Phylloscirpus* et *Schoenoplectus* dont nous avons donné les caractères plus haut.

En résumé, si, comme nous venons de le faire, on considère, dans leur ensemble, les caractères anatomiques des quatre types principaux que nous avons mis en évidence dans le genre *Scirpus*, on est forcé de reconnaître que chacun de ces types cadre parfaitement avec l'une des grandes sections systématiques <sup>(1)</sup>.

D'autre part, ces quatre types anatomiques sont reliés par des formes à structures intermédiaires et ces formes elles-mêmes constituent des groupes anatomiques qui ont leurs correspondants dans des sections systématiques à caractères de transition.

Ces résultats nous paraissent particulièrement importants parce qu'ils permettent d'apprécier comme il convient certains travaux de paléontologie végétale.

On sait, en effet, que par suite de la rareté de maté-

---

(1) Voir à ce propos la note 2 de la page suivante.

riaux complets, possédant « en continuité » les organes sexuels et les tiges feuillées, beaucoup d'essais de classification et de théories phylétiques sur les végétaux anciens ont été établis surtout par l'étude des tiges et des traces foliaires <sup>(1)</sup>.

Or, les conclusions que nous venons d'exposer concernant la phylogénie des *Scirpus*, conclusions auxquelles nous avons abouti par l'étude anatomique des tiges de végétaux vivants (dont nous pouvions à chaque instant contrôler la position systématique par l'examen des organes floraux), nous permettent d'affirmer ceci :

On doit désormais considérer les classifications phylétiques établies par les paléontologistes qui ont basé leurs classifications principalement sur l'anatomie des tiges et des traces foliaires, comme ayant une valeur au moins égale à celle des classifications édifiées pour les végétaux vivants par la seule considération des organes floraux <sup>(2)</sup>.

#### IV. — L'ÉVOLUTION DES SCIRPUS

La morphologie comparée de quelques espèces appartenant à chacune des sections du genre *Scirpus* ne constitue évidemment qu'une étude partielle, puisque le genre *Scirpus* comprend plusieurs cen-

---

(1) Voir par exemple S. LECLERCQ, Sur l'évolution des *Etapteris*. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. LIV, Bull. n° 9, juin 1931.)

(2) Nous avons conclu dès 1928, à la suite de notre monographie du genre *Potamogeton* (espèces européennes), que « les groupes anatomiques ainsi délimités (par la composition vasculaire de la stèle) correspondent aux groupes organographiques que les systématiciens ont établis uniquement par la considération externe des organes végétatifs ».

MONOYER, Contribution à l'anatomie des Monocotylées aquatiques. (*Acad. roy. des Sciences de Belgique*, t. X, p. 75.)

taines d'espèces; cependant cette étude nous a permis d'illustrer quelques « étapes » réalisées par les *Scirpus* au cours de leur évolution.

C'est qu'en effet, parmi les espèces observées, nous avons trouvé la plus grande variété de formes, allant des types feuillés comme *S. maritimus*, *S. sylvaticus*, aux espèces complètement aphyllés tels *S. caespitosus* et surtout *S. pauciflorus*. Aussi bien dans le groupe des *Scirpus* à feuilles que dans celui des *Scirpus* aphyllés, on trouve des espèces de grande taille et des *Scirpus* nains.

Ainsi *S. sylvaticus* et *S. fluitans* ont tous deux des feuilles avec limbe bien développé, mais le premier dresse des tiges épaisses et vigoureuses au-dessus des herbes des clairières humides qu'il domine, étalant son inflorescence à plus d'un mètre de hauteur; *S. fluitans*, au contraire, laisse ses tiges filiformes flotter entre deux eaux et c'est à peine s'il parvient à faire sortir, d'entre ses feuilles molles, les hampes courtes et grêles destinées à porter hors du milieu liquide l'inflorescence minuscule qui les termine.

Si nous passons en revue le groupe des *Scirpus* aphyllés, nous trouvons là aussi, à côté de *S. lacustris*, géant atteignant parfois plus de quatre mètres de hauteur, des *Scirpus* nains comme *S. setaceus*, qui ne mesure que 5 à 6 centimètres.

L'écologie de ces espèces est aussi variée que leur morphologie externe sans que, à priori, on puisse établir des relations entre le genre de vie et les caractères extérieurs : ainsi *S. sylvaticus*, espèce complètement terrestre, et *S. fluitans*, espèce complètement aquatique, ont des tiges garnies de feuilles à limbe bien développé.

On comprend que dans ces conditions, l'étude ana-

tomique ait été indispensable pour nous donner une idée du sens de l'évolution dans le genre *Scirpus*.

Il semble que parmi les espèces que nous avons étudiées, *S. sylvaticus* soit celle qui se rapproche le plus de l'ancêtre de nos *Scirpus*; en effet, *S. sylvaticus* est un type tout à fait normal de plante à rhizome; il a de nombreuses et grandes feuilles avec gaine comme la plupart des monocotylées et un limbe bien développé; comme dans la généralité des plantes, c'est surtout à ses feuilles que sont dévolus les rôles de photosynthèse, respiration, transpiration.

La hampe, petite et grêle, porte trois grandes bractées et semble n'exister que pour supporter l'inflorescence. Le parcours des faisceaux dans la hampe est comparable à celui décrit chez *Chlorophytum elatum* Ait (1).

Il en est de même en ce qui concerne la tige feuillée et le rhizome, où les traces foliaires sont concentriques.

Enfin, en ce qui concerne les caractères anatomiques, c'est un fait classique bien connu que les rhizomes conservent, plus longtemps que les tiges dressées, des caractères primitifs.

Or, il y a lieu de signaler à ce propos que la tige feuillée de *S. sylvaticus* possède précisément un parcours de faisceaux comparable à celui qui existe dans les rhizomes de tous les *Scirpus*, même dans ceux des types aberrants.

Un fait d'un autre ordre, mais capital, nous semble-t-il, vient confirmer l'idée que nous avons au sujet des caractères primitifs présentés par *S. sylvaticus* : lorsqu'on fait germer des graines d'un *Scirpus* aphyllé, tel *S. lacustris*, on est tout étonné de voir

(1) GRAVIS et DONCEEL, *Acad. roy. de Belgique*, 3<sup>e</sup> série, t. II, 1900.

que les plantules sont très feuillues et ne ressemblent nullement à la plante mère, mais à un *S. sylvaticus* en miniature. Cette observation est due à Raunkiaer (1895) et l'ayant répétée dans les aquariums du Jardin Botanique de Liège, nous pouvons la confirmer <sup>(1)</sup>.

*S. lacustris* adulte est fort modifié : il ne possède jamais que deux feuilles avec limbe; par contre, sa hampe est hypertrophiée et l'anatomie montre que c'est elle qui remplit les rôles habituellement réservés aux feuilles (photosynthèse et respiration), grâce au développement d'un parenchyme chlorophyllien en palissade, et à l'existence d'un parenchyme incolore, abondant creusé d'innombrables canaux aérifères.

Cependant, dans le rudiment de tige végétative qu'on trouve à la base de la hampe et dans le rhizome, le parcours des faisceaux est semblable à celui qui existe dans la tige feuillée du *S. sylvaticus*, c'est-à-dire traces vasculaires concentriques et en zigzag.

*S. tenuissimus* est plus modifié encore, ses faisceaux sont dans la tige feuillée, tous confondus dans une stèle étroite où on ne les distingue plus les uns des autres.

En résumé, on constate chez les *Scirpus* une évolution dominée par deux tendances : l'une est marquée par l'aphyllie, l'autre par la dégradation progressive de l'appareil vasculaire. L'aphyllie peut être réalisée à plusieurs degrés : 1° diminution du nombre de feuilles de la tige dressée (une dizaine chez *S. sylvaticus*, deux chez *S. lacustris*); 2° réduction du limbe

---

(1) On sait que les germinations de *S. lacustris* sont extrêmement rares à l'état de nature; *S. lacustris* se multiplie surtout par l'arrachement des souches par la débâcle des glaces et par les inondations. Le pourcentage des graines germées en laboratoire est infime.

(large et rubané chez *S. sylvaticus*, étroit et raide chez *S. holoschaenus*, simple épine chez *S. caespitosus*, inexistant chez *S. pauciflorus*).

La dégradation des faisceaux est commune à toutes les plantes aquatiques. Chez les *Scirpus*, elle est caractérisée par trois étapes : 1° disparition des trachées et leur remplacement par une lacune aquifère (chez *S. sylvaticus*, *S. lacustris*, etc.);

2° diminution du nombre des faisceaux, de plus d'une centaine (*S. sylvaticus* et *S. lacustris*) à moins d'une demi-douzaine (*S. setaceus*);

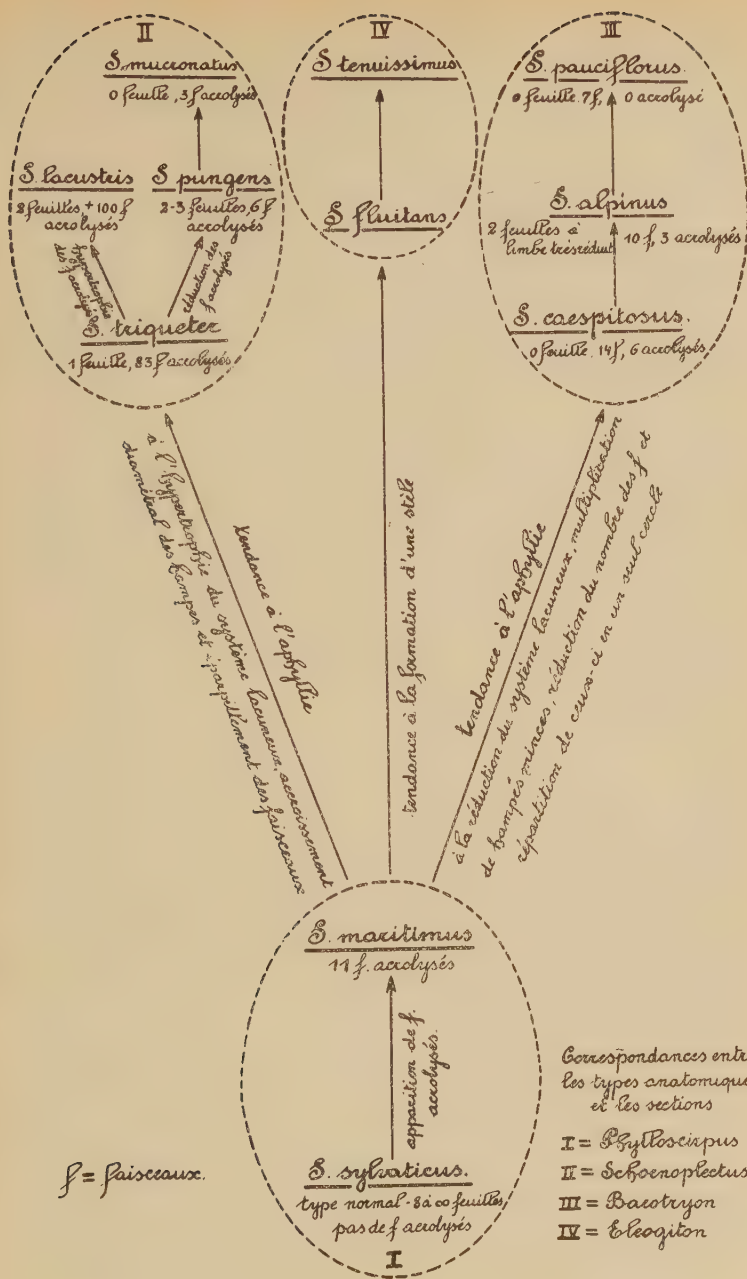
3° concentration de tous les faisceaux en un seul « cordon vasculaire axile » formé par une couronne de liber entourant une lacune aquifère (*S. fluitans* et *S. tenuissimus*).

\*  
\* \*

Afin d'illustrer nos conclusions concernant l'évolution des *Scirpus*, nous avons essayé d'édifier une sorte de tableau montrant, d'une part, les affinités qui existent entre les différents types de *Scirpus* et, d'autre part, les directions diverses suivant lesquelles s'est effectuée l'évolution d'un certain nombre d'espèces de ce genre.

Pour conserver à ce tableau toute sa valeur synthétique et ne pas le compliquer outre mesure, nous avons négligé d'y faire figurer les espèces appartenant à des sections à caractères intermédiaires ou aberrants, la position de celles-ci étant suffisamment indiquée par le texte.

On constatera par l'examen de cette sorte d'arbre phylétique et en tenant compte de l'organisation du type classique des monocotylées, que chez les *Scirpus* l'évolution semble tendre vers une simplification du système vasculaire.



En effet, on part d'un type primitif très compliqué (*S. sylvaticus*) à traces vasculaires nombreuses et relativement complètes, pour aboutir à des types à traces vasculaires réduites, souvent concentrées en sympodes.

C'est en somme exactement le phénomène inverse qui a été constaté par S. Leclercq (1931) dans le genre *Etapteris*. S. Leclercq, en accord du reste avec des paléontologistes français et anglais, fait dériver les *Zygopteridées* d'un type ancestral hypothétique, à trace foliaire très simple, à masse vasculaire très condensée.

De ce type hypothétique dériveraient deux phylum dont le système vasculaire et les traces foliaires vont se compliquant jusqu'à produire les formations vasculaires que l'auteur appelle antennes.

Cette évolution aboutit aux *Etapteris diupsilon* et *lacattei* qui sont les *Etapteris* ayant l'appareil vasculaire le plus complexe.

Il semble donc que la phase d'évolution, constatée par S. Leclercq chez les *Etapteris*, soit une phase « ascendante » correspondant à une complication vasculaire de plus en plus grande qui s'est arrêtée brusquement par l'extinction du groupe au Permien.

Chez les *Scirpus*, au contraire, nous sommes en présence d'une phase d'évolution « descendante » à laquelle correspond une dégradation de plus en plus marquée de l'appareil vasculaire.

Si l'on recherche les modalités suivant lesquelles se poursuit cette dégradation interne, on constate qu'elle a pour point de départ une atrophie des inflorescences, des bractées et des feuilles; cette atrophie précède, semble-t-il, celle des faisceaux, puisque nous avons vu des exemples de conservation de la portion

inférieure de ces derniers, alors que les organes avec lesquels ils sont habituellement en contact sont déjà fortement réduits (*S. lacustris*).

D'autre part, la réduction du nombre des feuilles avec limbe entraîne la réduction du nombre des entre-nœuds, produisant ainsi le nanisme de la tige végétative : l'organisme, réagissant contre cette diminution de la surface disponible pour la photosynthèse, transforme ses hampes en cladodes hypertrophiés peu nombreux ou en cladodes aciculaires multiples.

Parallèlement à l'atrophie de certaines régions externes, se produit une réduction <sup>(1)</sup> de l'appareil vasculaire particulièrement marquée par la disposition des faisceaux qui, devenant moins nombreux, se rangent pour cette raison en un seul cercle, suivant ce qui a été décrit par Van Tieghem (1884, p. 748).

Toute cette série de régressions semble procéder des conditions biologiques défavorables dans lesquelles vivent les *Scirpus*.

En effet, Béguinot (1908), tout en admettant qu'il puisse exister des causes internes provoquant l'atrophie des individus, pense cependant que le défaut de nourriture, la sécheresse du sol, l'altitude, le froid, la lumière peuvent provoquer ce phénomène.

Gravis (1932) a démontré par l'observation de *Matricaria discoïdea* et de *Plantago coronopus*, que l'intensité trop forte de la lumière provoque la réduction des dimensions des feuilles; que la compacité du sol et l'exposition au grand vent amènent le rabougrissement des individus.

---

(1) Dans certains cas, cette atrophie cause le changement de fonction d'un organe qui dès ce moment se met à s'hypertrophier, sauvant de la destruction définitive certains faisceaux en voie de régression. Exemple : les faisceaux acrolés du *S. lacustris*.

Si l'on admet que ces facteurs défavorables (et d'autres non rencontrés par ces auteurs, telle l'asphyxie partielle) puissent influencer la morphologie de certains individus au sein d'une espèce, on peut aussi admettre avec Béguinot (1908) que « ces facteurs, agissant avec persistance » sur un genre tout entier, « puissent, dans certains cas, produire un état qui soit le point de départ d'une entité nouvelle avec caractères héréditaires plus ou moins fixés », pour autant, faut-il ajouter, « qu'il ne se produise pas une contre-accommodation » (Gravis, 1932).

En ce qui concerne les *Scirpus*, si nous passons en revue les différents groupes écologiques réalisés dans ce genre, nous constatons que ces groupes peuvent se ramener à quatre :

#### PREMIER GROUPE

*Scirpus terrestres ou des stations à peine humides.*

Ce sont les *Phylloscirpus*; ils montrent précisément les caractères les plus normaux.

#### DEUXIEME GROUPE

*Scirpus vivant le pied dans l'eau.*

On sait que des plantes quelconques dont on plonge dans l'eau les racines et la base de la tige sont menacées d'asphyxie; dès lors, deux cas peuvent se produire : ou elles meurent si l'expérience se prolonge, ou elles réagissent en modifiant le fonctionnement et la morphologie de certains organes.

Cette réaction peut se manifester de différentes manières : certains palmiers (*Raphia Laurentii*) forment des racines respiratoires (pneumatophores) qui croissent vers le haut et sortent de l'eau; d'autres, comme *Iriarteia exorrhiza*, étudié par Raym. Bouil-

lenne (1925), produisent des racines échasses à structure anatomique spéciale, qui élèvent hors de l'eau le stipe de ces arbres; plus spécialement, les *Scirpus*, de la section des *Schoenoplectus*, qui vivent habituellement le pied dans l'eau, voient leurs bractées et leurs feuilles se réduire en taille et en nombre <sup>(1)</sup>.

Ils développent alors un système imposant de canaux aérifères qui creusent la hampe fortement épaissie.

Ces canaux aérifères ont certainement un rôle respiratoire très important : non seulement, leurs parois sont parcourues par de nombreux faisceaux, mais de plus ils sont subdivisés de distance en distance par des diaphragmes contenant des anses vasculaires à trachées (voir Monoyer, 1928, pl. X, fig. 3).

Ces trachées à parois minces baignent donc dans une sorte d'atmosphère interne.

Malgré ces adaptations, on peut dire que ces Monocotylées « ayant fui vers le milieu aquatique, qui constitue pour elles comme une sorte de refuge contre une concurrence vitale devenue trop dure dans le milieu terrestre » (Sargent, 1903-1908), sont soumises à des conditions défavorables (asphyxie relative) qui ont engendré le nanisme des tiges végétatives et la réduction de l'appareil foliaire.

---

(1) La submersion de la souche entraînant généralement la réduction de l'appareil foliaire, il peut paraître contradictoire que ce soit précisément dans les eaux les plus profondes que le *Scirpus lacustris* développe les feuilles les plus longues (voir p. 40). Il y a lieu de remarquer à ce propos que dans le cas du *S. lacustris*, la submersion totale équivaut à une sorte de castration (les *Scirpus* qui sont ainsi submergés n'étant plus fertiles). Nous trouvons du reste une confirmation de notre observation dans le dessin schématique d'ARBER (1925), p. 64, fig. 40. Cette castration est compensée par un développement exagéré des organes végétatifs et contrebalance momentanément les effets de réduction foliaire dus à la submersion.

## TROISIEME GROUPE

*Scirpus des régions montagneuses,  
des terres froides et acides, des régions  
de grande insolation.*

Nous avons déjà signalé, à propos des *Potamogeton* (1928, pl. XXI, fig. 4 et 4bis), que le *Potamogeton natans*, lorsqu'il vit dans les hautes montagnes, à une altitude de plus de 2.500 mètres, subit une réduction importante de sa taille et de son diamètre; ses feuilles sont beaucoup plus petites et moins nombreuses et il n'a que quatre faisceaux au lieu de treize possédés par les individus de la plaine.

*S. pauciflorus*, dont l'aire de dispersion s'élève dans les Alpes jusqu'à 2.800 mètres, *S. alpinus* que l'on trouve dans les sols rocailleux et acides entre 1.800 et 2.800 mètres, montrent une réduction de taille extraordinaire : *S. alpinus* n'a que quelques centimètres de hauteur et n'est pas plus épais qu'un cheveu; *S. pauciflorus* n'a même plus de feuilles. Le nombre des faisceaux devient fort petit : ils forment un seul cercle périphérique.

Enfin, *S. caespitosus* est peut-être un peu moins rabougri : on le trouve aussi bien en montagne que dans la plaine, mais toujours dans les terrains acides (à la Baraque-Michel, dans un sol au p.H. = 3, d'après les observations de Raym. Bouillenne).

Toutes ces espèces, de la section des *Baeotryon*, ont été modelées par des « facteurs néfastes » : froid, trop grande lumière, acidité du sol, compacité et aridité du substratum tourbeux ou pierreux, dont les mauvaises conditions offertes à la vie végétale ont été comme une barrière contre la pénétration de la grande majorité des espèces : cette barrière a créé pour des espèces plus chétives mais moins exigeantes

les refuges des Fagnes, des Graves alpins, des déserts des régions trop chaudes et trop sèches, des Savanes souvent incendiées.

Dans tous ces refuges, nous trouvons des *Scirpus* qui ont l'aspect des Baeotryon, c'est-à-dire hampes grêles, aciculaires, feuilles réduites ou nulles :

|                                                                                                                                           |                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fagne acide et froide sous le vent, substratum tourbeux, plaine campinoise aride, souvent sablonneuse, sous le vent, sans ombre . . . . . | } <i>S. caespitosus.</i>                                                                          |
| Graves alpins, froids, neiges tardives, sols caillouteux, souvent acides . . . .                                                          | } <i>S. alpinus.</i><br>} <i>S. pauciflorus.</i>                                                  |
| Brousse congolaise, lumière intense, courte période de pluie . . . . .                                                                    | } <i>S. spadiceus.</i>                                                                            |
| Savane brésilienne . . . . .                                                                                                              | } <i>S. paradoxus.</i><br>(Adapté à résister à des incendies périodiques, obs. Raym. Bouillenne.) |

La réduction des feuilles chez les Baeotryon vrais a été compensée par l'allongement des hampes; mais ces hampes elles-mêmes subissent les conditions difficiles de nutrition présentées par le substratum : loin de s'hypertrophier, elles s'amincissent outre-mesure. Par compensation, ces hampes se multiplient : cette multiplication est du reste plus avantageuse pour des plantes vivant dans un sol pauvre, car à chaque hampe correspond une touffe de racines et la multiplicité de ces touffes augmente la surface d'absorption; aussi toutes ces espèces, de très petite taille, sont gazonnantes.

On peut évidemment ramener à ce groupe écologique les espèces gazonnantes *S. setaceus* et *S. supinus*.

## QUATRIEME GROUPE

*Scirpus flottants.*

Ces *Scirpus* montrent la « dégradation » vasculaire classiquement connue sous le nom de « formation d'un cordon vasculaire axile » et attribuée à la submersion : Prilleux (1864, page 169), Sanio (1865), Falkenberg (1876, page 175), de Bary (1877, pages 271-289), Bertrand (1880-1881) et Arber (1920, page 65).

Cette dernière catégorie de dégradation, de loin la plus frappante, est celle qui a été la plus anciennement décrite; nous ne nous y attarderons pas.

Par contre, les autres catégories de dégradations sont souvent passées inaperçues: les modalités de leur apparition en fonction du milieu, les transformations corrélatives des organes atteints, leur changement de fonctions et les lois de compensation qui paraissent présider à ces changements de fonctions méritaient, croyons-nous, l'étude que nous en avons faite.

*Travail exécuté à l'Institut de Botanique  
de l'Université de Liège.*

Le 8 mars 1933.

---

## EXPLICATION DES PLANCHES

## PLANCHE I

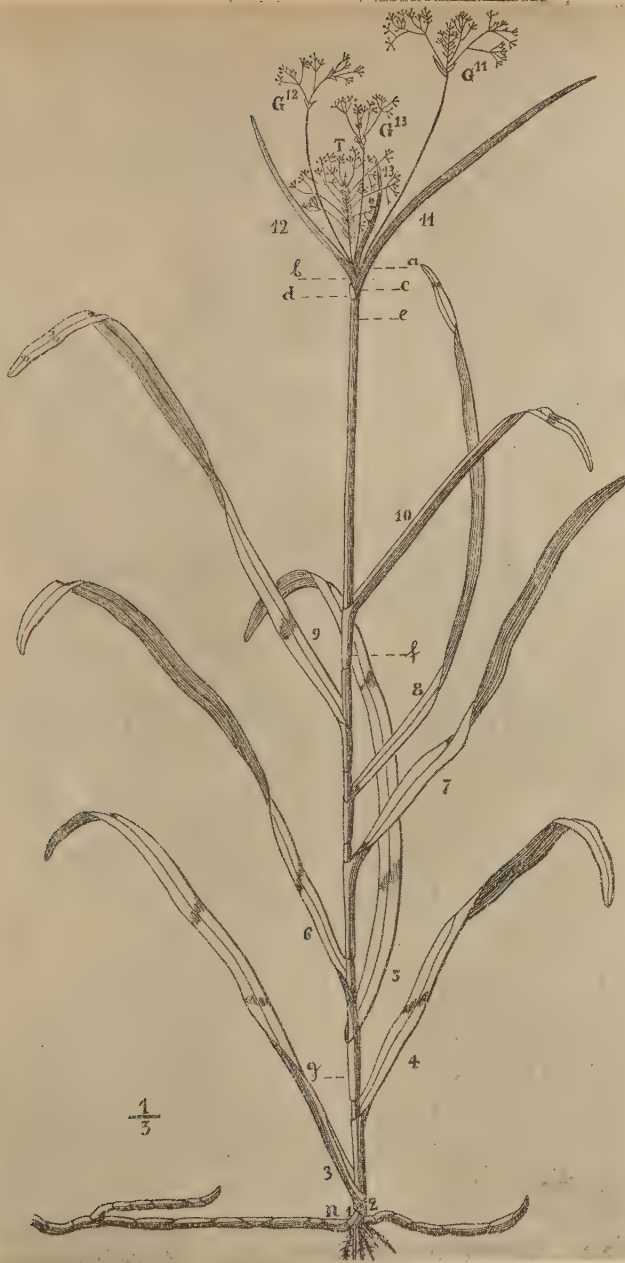
### SCIRPUS SYLVATICUS L.

Le *Scirpus sylvaticus* possède une tige végétative dressée donnant insertion à des feuilles rubanées à gaine brève et à limbe très long et relativement large. La hampe est courte, l'inflorescence forte et entourée de trois bractées assez grandes (p. 24).

La figure ne représente qu'une partie d'une touffe. On voit que ce *Scirpus* végète en sympode : chaque pousse comporte une partie rhizomateuse horizontale, portant des feuilles réduites à l'état d'écaillés ( $n$  segments) et une partie dressée feuillue, qui dans l'exemplaire décrit, possède dix segments garnis de feuilles végétatives et trois segments donnant insertion aux bractées 11, 12 et 13. C'est le segment  $n+11$  qui constitue à lui seul la hampe.

Les niveaux *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* indiqués sur la figure correspondent aux coupes transversales représentées planche II, figures 1, 2, 3 et 4 et planche III, figures 5, 6 et 7.

---

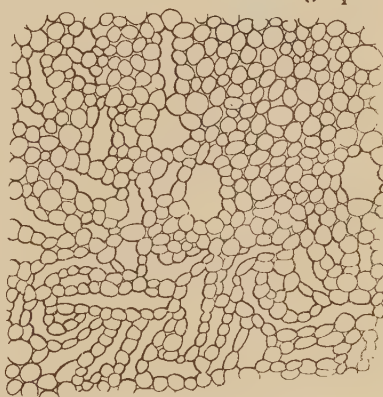
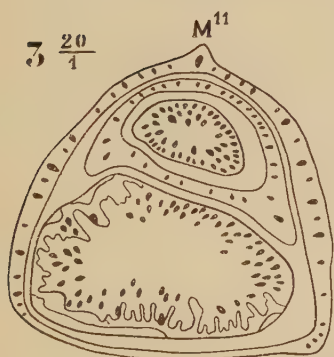
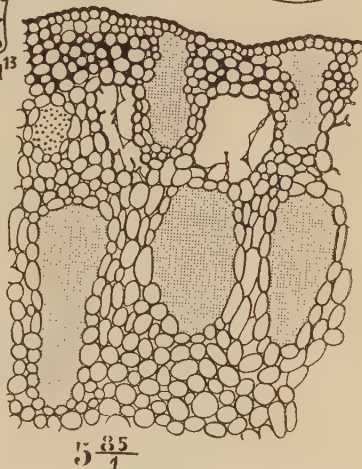
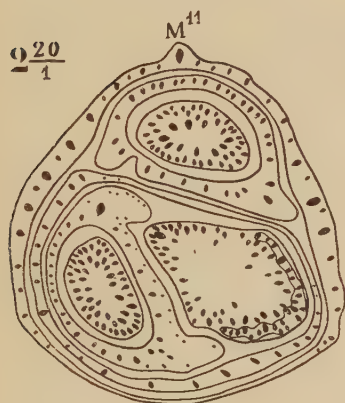
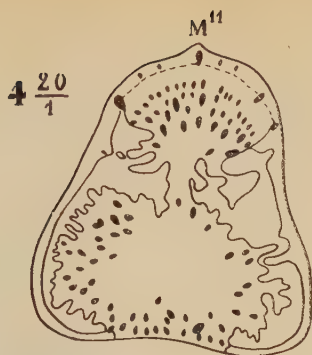
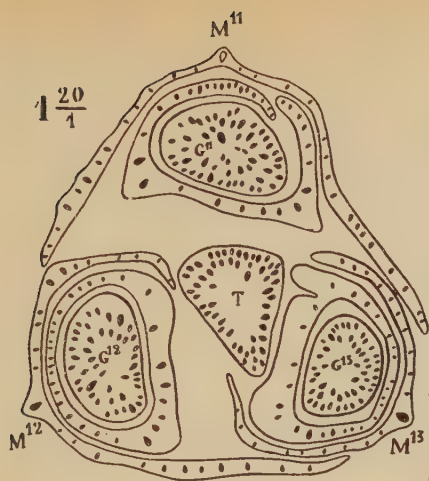


*Scirpus sylvaticus* L.

## PLANCHE II

### SCIRPUS SYLVATICUS L.

- FIG. 1. — Coupe au niveau *a* de la planche I : au centre, le pédoncule *T* de l'inflorescence terminale.  $G^{11}$ ,  $G^{12}$ ,  $G^{13}$  sont les trois inflorescences latérales qui l'entourent; elles sont accompagnées chacune d'une préfeuille adossée à l'axe. On remarque les trois bractées dont les faisceaux médians sont marqués  $M^{11}$ ,  $M^{12}$ ,  $M^{13}$  (p. 25).
- FIG. 2, 3 et 4. — Les trois niveaux *b*, *c* et *d* de la planche I : on voit comment se fait la rentrée des faisceaux des inflorescences, des bractées et des préfeuilles (p. 26).
- FIG. 5. — Périphérie de la hampe : les faisceaux sont très proches les uns des autres; ceux situés tout à fait à la périphérie alternent avec des canaux aérifères contenant des débris de cellules. Un cordon de sclérenchyme est représenté en pointillé (pp. 29, 31 et 32).
- FIG. 6. — Centre de la hampe : parenchyme à méats très nombreux et de forme étirée (p. 31).
-



*Scirpus sylvaticus* L.

## PLANCHE III

### SCIRPUS SYLVATICUS L.

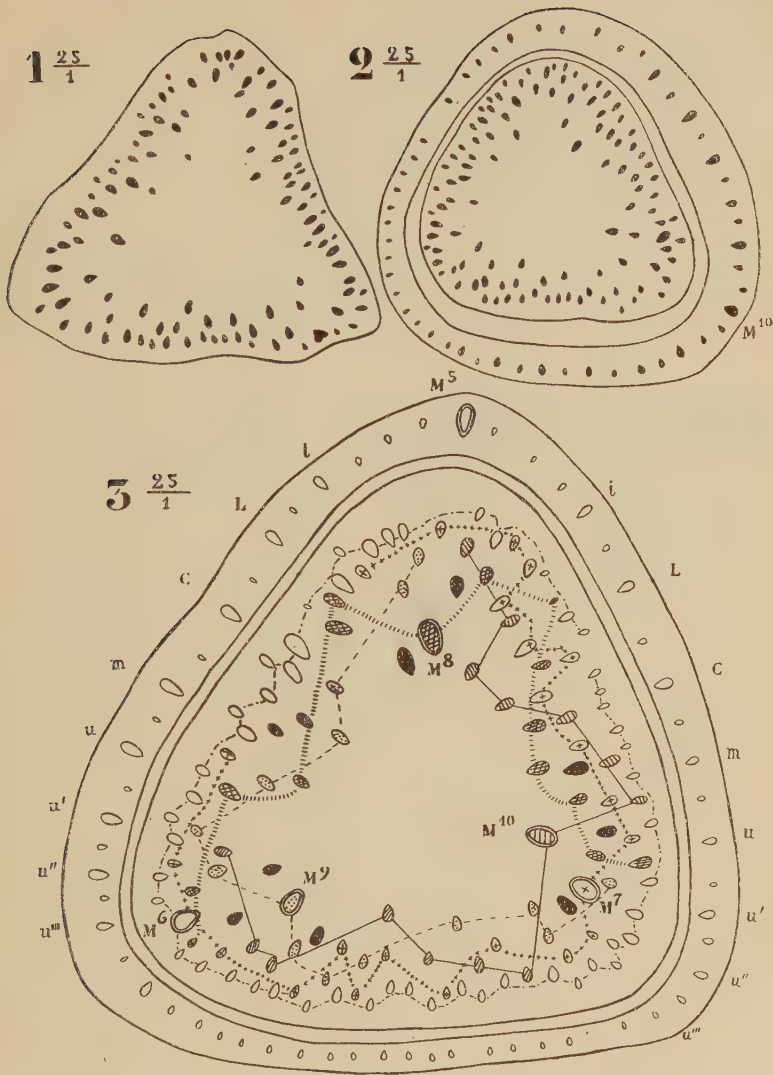
FIG. 1. — Niveau *e* de la planche I, sommet de la hampe : tous les faisceaux, au nombre de 106, sont rangés à la périphérie (p. 26).

FIG. 2. — Niveau *f* de la planche I, base de la hampe : on retrouve tous les faisceaux figurés au niveau *e* : à ce niveau, la hampe est entourée par la gaine de la feuille  $n+10$  (p. 26).

FIG. 3. — Niveau *g* de la planche I : coupe dans la tige végétative; cette coupe passe par la gaine de la feuille  $n+5$ . Dans la tige, on compte cinq traces vasculaires de feuilles disposées en zigzag et se pénétrant les unes les autres : ce sont celles des feuilles  $n+6$ ,  $n+7$ ,  $n+8$ ,  $n+9$ ,  $n+10$ .

Les faisceaux d'une même trace sont réunis par une ligne en signes spéciaux. Neuf faisceaux seulement, en noir, proviennent de l'inflorescence et de ses bractées (p. 27).

---

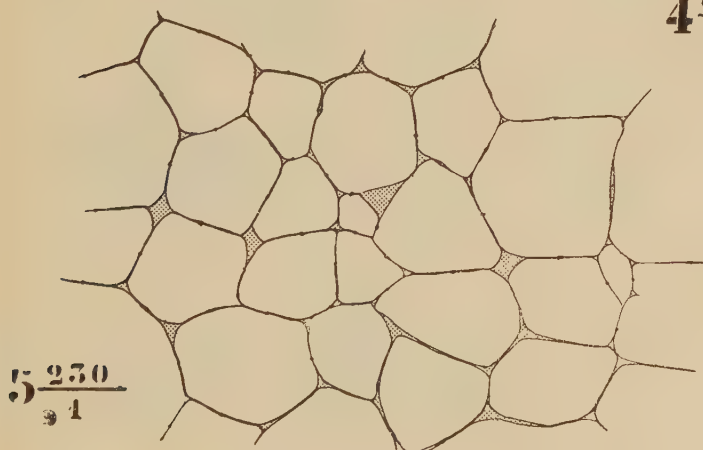
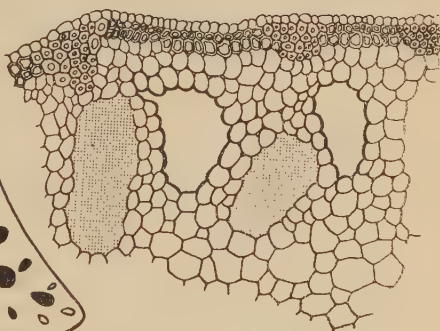
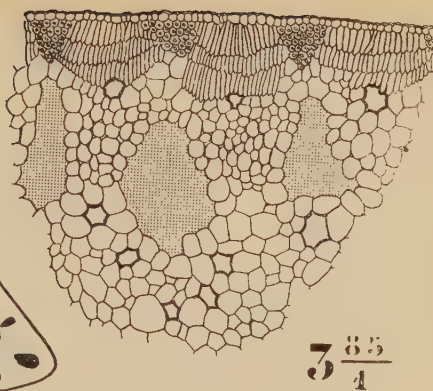


*Scirpus sylvaticus* L.

## PLANCHE IV

### **SCIRPUS MARITIMUS L.**

- FIG. 1. — Coupe transversale dans la hampe immédiatement sous l'inflorescence; 39 faisceaux groupés à la périphérie; 3 traces vasculaires de feuilles dont les faisceaux médians, plus gros que les autres faisceaux, sont marqués M (pp. 33 et 34).
- FIG. 2. — Coupe transversale à la base de la hampe; 50 faisceaux dont 11, acrolysés, en blanc, se terminent en bouts libres vers le haut, à divers niveaux de la hampe (p. 34).
- FIG. 3. — Aspect de la périphérie de la hampe dans ses portions supérieures: parenchyme en palissade très marqué, petites lacunes périphériques alternant avec les faisceaux et situées sous le parenchyme en palissade, petites lacunes du parenchyme interne (p. 35).
- FIG. 4. — Même région que dans la figure 3, mais prise dans la tige végétative: pas de parenchyme en palissade, lacunes périphériques plus grandes (p. 35).
- FIG. 5. — Aspect du parenchyme interne, de la hampe âgée, au centre de cet organe. Cellules rameuses en gris, à lumière très réduite et à ramifications très déliées (p. 34).
-



*Scirpus maritimus* L.

## PLANCHE V

### **SCIRPUS COMPRESSUS** PERS.

FIG. 1 à 4. — Quatre coupes exécutées à des niveaux de plus en plus bas de la hampe. La périphérie de chaque coupe est occupée par des cordons sclérenchymateux sous-épidermiques (en gris) (p. 37).

La figure 1 (coupe faite immédiatement sous le nœud de l'inflorescence) contient 17 faisceaux en noir, tous provenant de l'inflorescence.

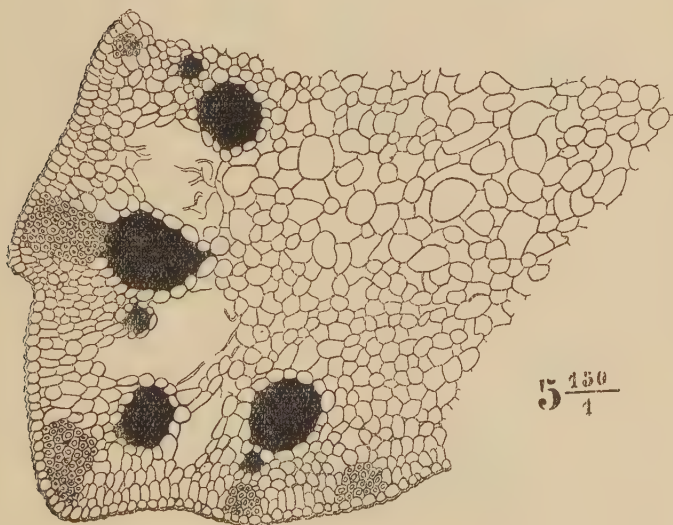
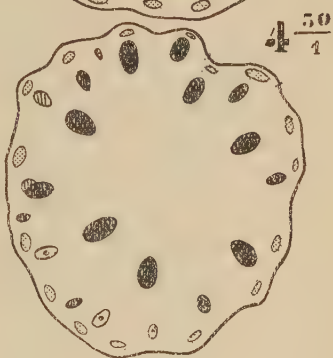
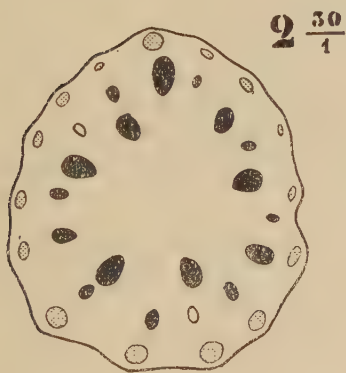
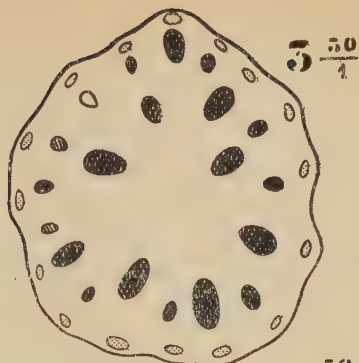
La figure 2 comporte les mêmes faisceaux plus 2 faisceaux acrolysés (en blanc) (p. 37).

La figure 3 contient toujours les 17 faisceaux de l'inflorescence, mais l'un des faisceaux acrolysés a disparu, s'étant anastomosé au foliaire voisin. Par contre, il existe à ce niveau 2 faisceaux acrolysés nouveaux (hachurés) (p. 37).

Dans la figure 4, tout à la base de la hampe, on trouve 20 faisceaux, dont 3 faisceaux acrolysés n'existant pas aux niveaux supérieurs et marqués d'un point p. 37).

FIG. 5. — Portion de la coupe transversale de la hampe vers son sommet : cordons de sclérenchyme sous-épidermiques assez nombreux; faisceaux tous périphériques alternant avec des canaux aérifères contenant des débris de cellules; centre occupé par un vaste canal aérifère rempli de cellules vaguement rameuses à branches courtes (p. 38).

---



**Scirpus compressus** PERS.

## PLANCHE VI

### **SCIRPUS LACUSTRIS L.**

FIG. 1. — Portion d'un individu végétant en eau de profondeur moyenne : le rhizome sympodique, ramifié, portant sept hampes vivantes, dont l'une terminée par une inflorescence bien développée, et l'autre, par des organes floraux avortés (p. 39).

On remarquera que la tige végétative dressée est très courte et composée de quelques entre-nœuds serrés, dont deux seulement portent des feuilles munies d'une longue gaine et d'un limbe atrophié. Par contre, la hampe, qui n'est cependant constituée que d'un seul entre-nœud, est démesurément longue et de forme conique.

FIG. 2. — Extrémité d'un rhizome dont on a arraché les gaines foliaires pour montrer les bourgeons de prolongement (a) et de remplacement (b) (p. 40).

---

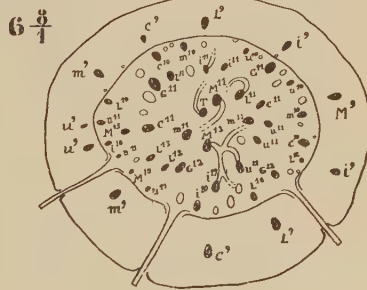
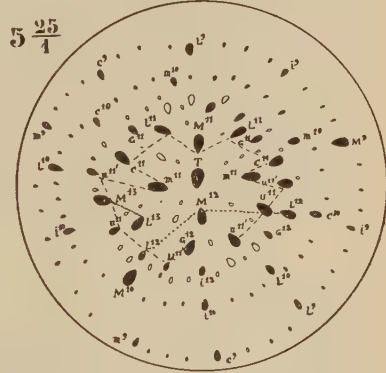
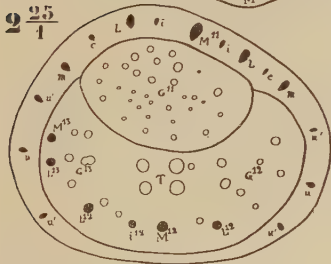
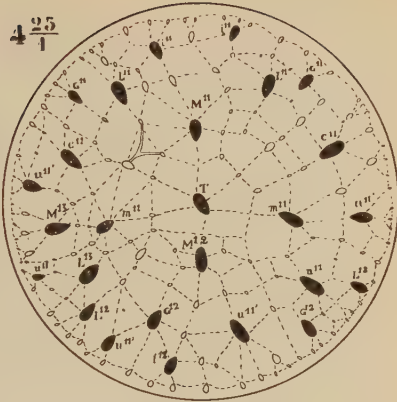
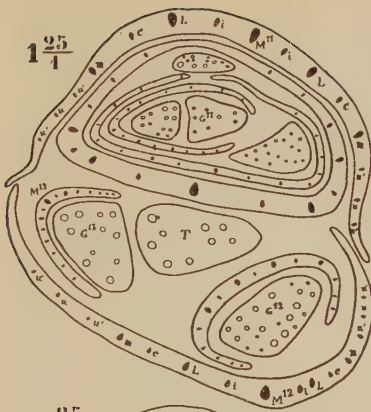


*Scirpus lacustris* L.

## PLANCHE VII

### SCIRPUS LACUSTRIS L.

- FIG. 1. — Coupe dans l'inflorescence : autour de l'inflorescence terminale T sont groupées les trois inflorescences 11, 12, 13 nées dans l'aisselle des bractées  $n+11$ ,  $n+12$ ,  $n+13$  (p. 42).
- FIG. 2. — Niveau un peu au-dessous du précédent.
- FIG. 3. — Coupe exécutée 1 cm. au-dessous du nœud de l'inflorescence. A signaler la disposition remarquablement symétrique (symétrie bilatérale) des murs de parenchyme (figurés par des lignes en pointillés). Les faisceaux sont éparpillés dans toute la coupe et il existe un faisceau central T, sympode de l'inflorescence terminale. Outre 26 faisceaux principaux, en noir, il y a à ce niveau 7 faisceaux acrolisés, en blanc, dont 6 périphériques et un situé au centre d'un compartiment aérifère (pp. 42, 43 et 44).
- FIG. 4. — Coupe d'ensemble à la base de la hampe. Les 26 faisceaux principaux (ceux qui existent seuls immédiatement sous le nœud de l'inflorescence), foliaires et gemmaires, sont en noir. Les faisceaux acrolisés sont en blanc. On voit une anastomose transverse entre trois faisceaux (pp. 44 et 48).
- FIG. 5. — Coupe au sommet du coude du rhizome, c'est-à-dire dans l'entre-nœud  $n+9$ . Outre les faisceaux rencontrés dans les coupes précédentes, on voit les traces vasculaires des feuilles engainantes  $n+9$  et  $n+10$ . Les traces vasculaires des trois bractées  $n+11$ ,  $n+12$  et  $n+13$  sont reliées chacune par une ligne en signes spéciaux : on notera qu'elles affectent la même disposition remarquable que celle qui a été décrite chez *S. sylvaticus* (p. 46).
- FIG. 6. — Coupe dans le rhizome un peu au-dessous de la coupe figure 5. La stèle est à ce niveau bien distincte du parenchyme cortical : celui-ci contient la trace vasculaire de la feuille  $n+9$ , tandis que la feuille  $n+10$  a déjà pénétré dans la stèle à un niveau supérieur. On voit comment les racines s'insèrent sur la stèle et traversent tout le parenchyme cortical (p. 47).
-



*Scirpus lacustris* L.

## PLANCHE VIII

### SCIRPUS LACUSTRIS L.

FIG. 1, 2 et 3. — Série de coupes montrant les aspects successifs présentés par le parenchyme du *Scirpus lacustris* au fur et à mesure qu'il se différencie davantage (p. 48).

FIG. 4. — Portion périphérique d'une coupe transversale de la hampe; on remarquera : un épiderme avec stomates et cuticule, une série de cordons sclérenchymateux sous-épidermiques, un parenchyme chlorophyllien en palissade, un cordon sclérenchymateux sous-palissadique (pp. 49 et 53).

Deux sortes de faisceaux ont été représentés : un petit faisceau périphérique possédant des trachées, deux grands vaisseaux, un massif libérien et une gaine de sclérenchyme particulièrement mince (parfois inexistante) sur les flancs et un gros faisceau dont les éléments ligneux sont en partie détruits et remplacés par une lacune, dans laquelle on aperçoit les débris de cinq trachées (p. 52).

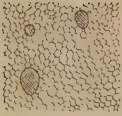
On voit en outre différents compartiments ou canaux aérifères, limités par des murs de parenchyme. L'un est traversé par un diaphragme non vasculaire, les autres contiennent du parenchyme étoilé.

FIG. 5. — Cellules d'un diaphragme vasculaire (p. 52).

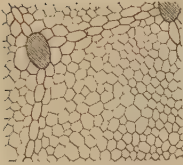
FIG. 6. — Une cellule « mère » d'un diaphragme vasculaire, montrant les quatre cellules « filles » auxquelles elle a donné naissance (pp. 51 et 52).

FIG. 7. — Une cellule d'un diaphragme non vasculaire; la figure montre les méats de cloisons (pp. 51 et 52).

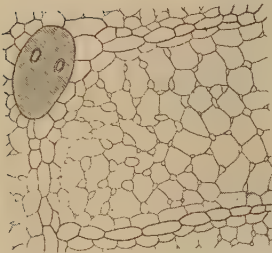
FIG. 8. — Une cellule de parenchyme étoilé, vue dans l'espace (p. 49).



1  $\frac{445}{4}$



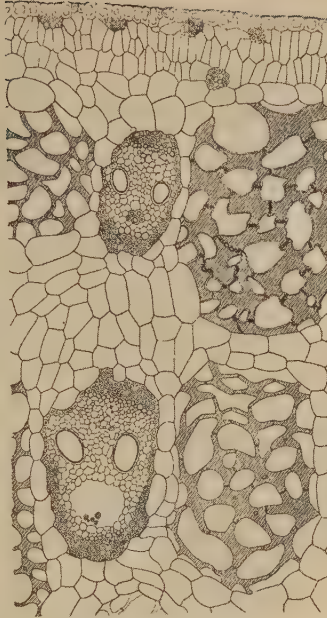
2  $\frac{445}{4}$



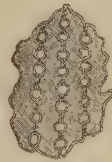
3  $\frac{445}{4}$



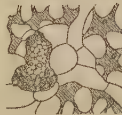
5  $\frac{445}{4}$



4k  $\frac{445}{4}$



6  $\frac{230}{4}$



9  $\frac{445}{4}$



7  $\frac{230}{4}$



8  $\frac{230}{4}$

épider.  
périd.  
mur.  
dia. non vasculaire  
mur.  
p. élastif.

## PLANCHE IX

### **SCIRPUS TRIQUETER** L. (à gauche).

FIG. 1. — Coupe transversale de la portion supérieure de la hampe : section trigone à arêtes prononcées; faisceaux éparpillés, provenant tous de l'inflorescence ou de ses bractées; compartiments aérifères séparés par des murs de parenchyme représentés en traits interrompus (p. 55).

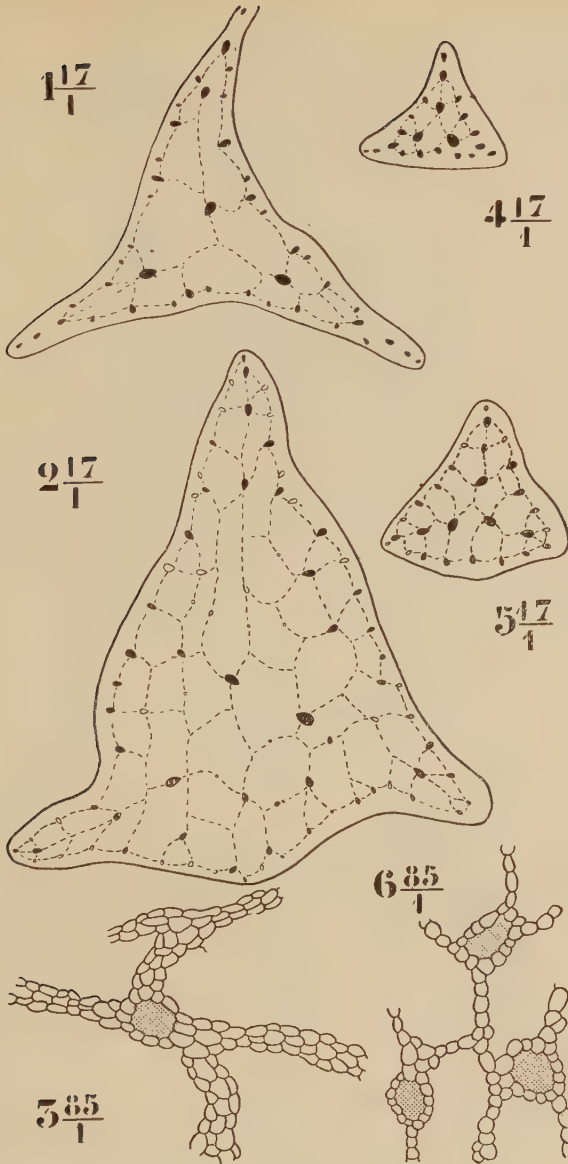
FIG. 2. — Portion inférieure de la hampe : outre les sections des faisceaux rencontrés dans la coupe faite à un niveau plus élevé (fig. 1), il existe ici de nombreux autres faisceaux acrolysés (en blanc) qui, n'atteignant pas le nœud de l'inflorescence, se terminent en bouts libres vers le haut (p. 55).

FIG. 3. — Portion de parenchyme formant des murs de trois épaisseurs de cellules, délimitant des canaux aérifères et contenant dans leur épaisseur des faisceaux fibro-vasculaires (en gris) (p. 56).

### **SCIRPUS PUNGENS** VAHL. (à droite).

FIG. 4, 5 et 6. — Portions correspondantes à celles figurées pour *S. triqueter*, espèce dont ne diffère le *S. pungens* que par un diamètre plus petit, un nombre moindre de faisceaux et des murs de parenchyme constitués d'une seule épaisseur de cellules (pp. 59 et 60).

---



*Scirpus triqueter* L. et *Scirpus pungens* VAHL.

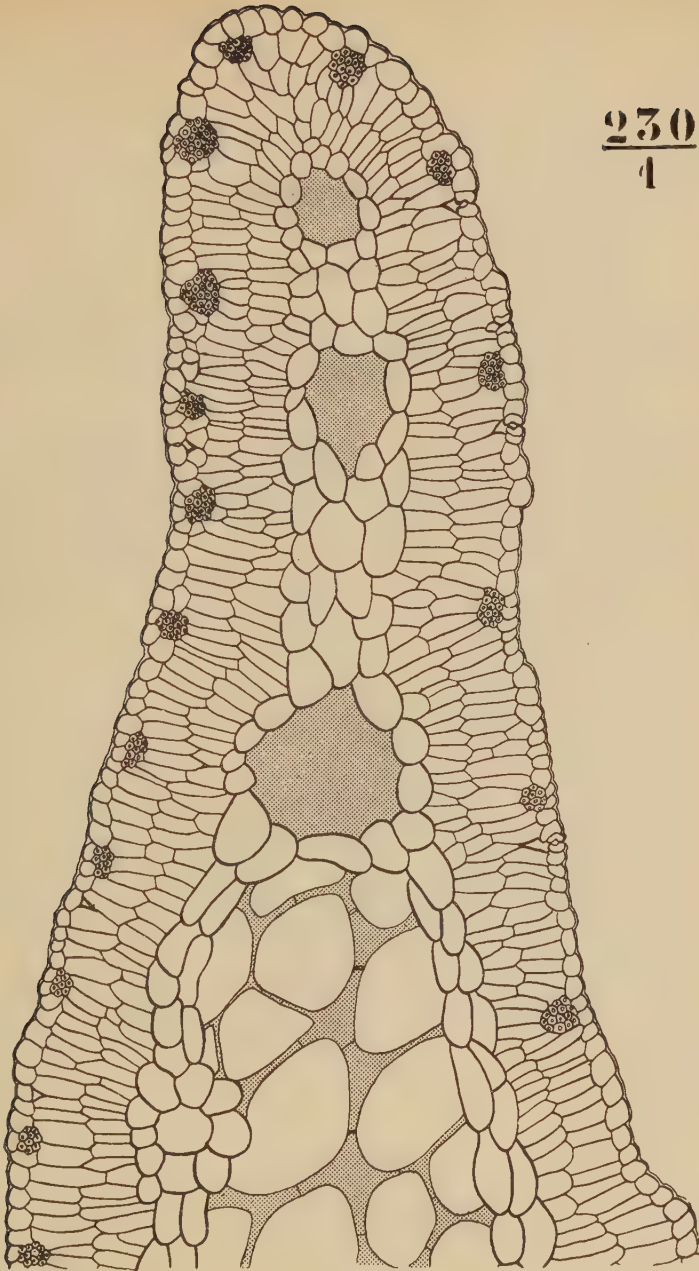
## PLANCHE X

### **SCIRPUS TRIQUETER L.**

Coupe transversale d'une arête de la hampe (portion supérieure) montrant les modifications profondes subies par cette tige : par suite du développement énorme du parenchyme chlorophyllien en palissade, on croirait avoir affaire à une figure représentant une portion de feuille à structure bifaciale (p. 57).



230  
4

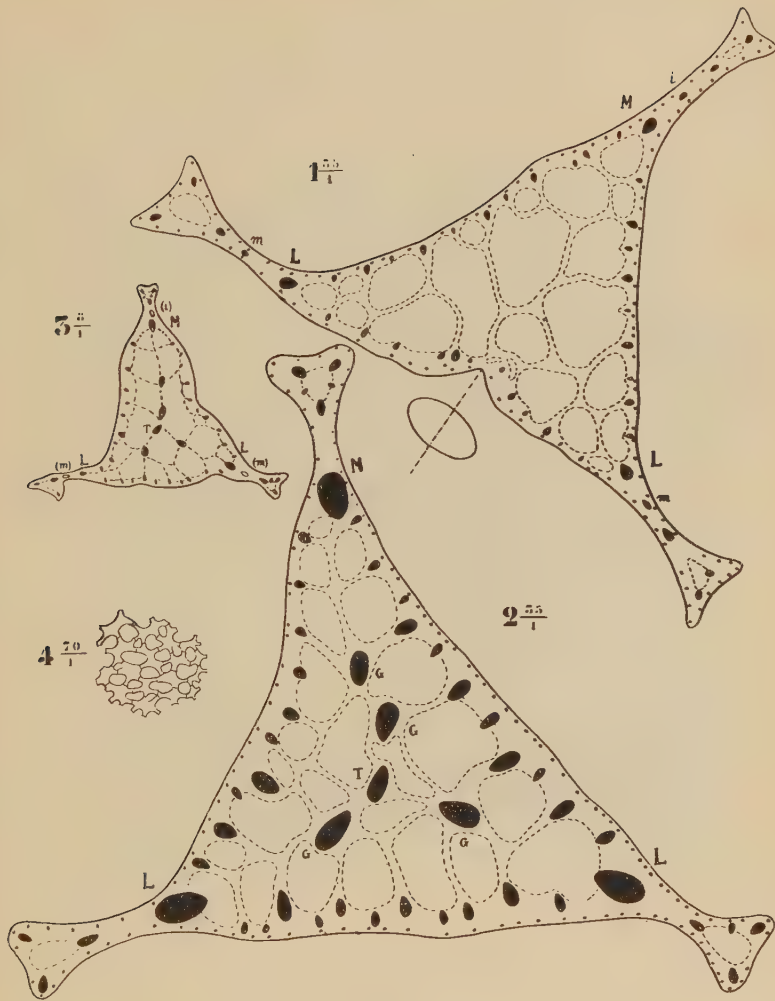


**Scirpus triqueter L.**

## PLANCHE XI

### SCIRPUS MUCRONATUS L.

- FIG. 1. — Coupe transversale de la grande bractée : remarquer la symétrie bilatérale et les faisceaux marqués *m L i M L m* (pp. 61 et 63).
- FIG. 2. — Coupe au sommet de la hampe : les faisceaux de la bractée sont tous rangés à la périphérie; on retrouve notamment *L M L*, mais les *m i m* ont disparu, s'étant « acrolysés ». Le centre de la coupe est occupé par 4 ou 5 faisceaux sympodiques provenant de l'inflorescence. Lorsqu'il y a 5 faisceaux, le faisceau impair est situé dans le plan médian et par sa présence établit une symétrie bilatérale comme chez *S. lacustris*. L'un de ces faisceaux *T* occupe exactement le centre, comme chez *S. lacustris* (p. 62).
- FIG. 3. — Coupe à la base de la hampe. On retrouve tous les faisceaux du sommet, mais en plus 3 faisceaux acrolysés (en blanc). Par leur position géométrique, on peut les identifier comme étant les *m i m* ayant perdu leur sommet (p. 63).
- FIG. 4. — Cellules constituant un diaphragme non vasculaire (p. 64).
-



*Scirpus mucronatus* L.

## PLANCHE XII

### **SCIRPUS CAESPITOSUS L.**

Photographie d'une touffe provenant du plateau de la Baraque-Michel (pp. 65 et 67); on distingue quatre couches différentes :

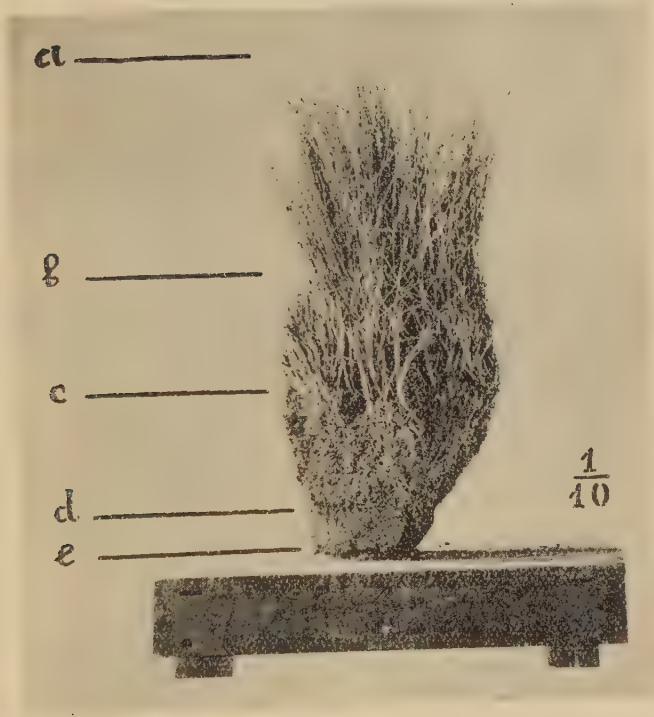
*a* à *b* : hampes florifères.

*b* à *c* : rhizomes entourés de gaines foliaires vivantes.

*c* à *d* : tourbe fibreuse formée de rhizomes entourés de racines et de gaines foliaires; les portions supérieures sont encore vivantes.

*d* à *e* : tourbe granuleuse noire.

---



*Scirpus caespitosus* L.

## PLANCHE XIII

### **SCIRPUS CAESPITOSUS L.**

Photographie d'une ramification de la touffe de la planche XII; 6 hampes avec épis de fleurs de l'année 1931; 6 hampes de moyenne longueur (brisées), année 1930; quelques débris très courts de hampes de l'année 1929.

La base de toutes ces hampes est entourée de gaines foliaires serrées. Ces gaines foliaires forment une sorte de fourreau d'où sortent quatre racines (p. 65).

---



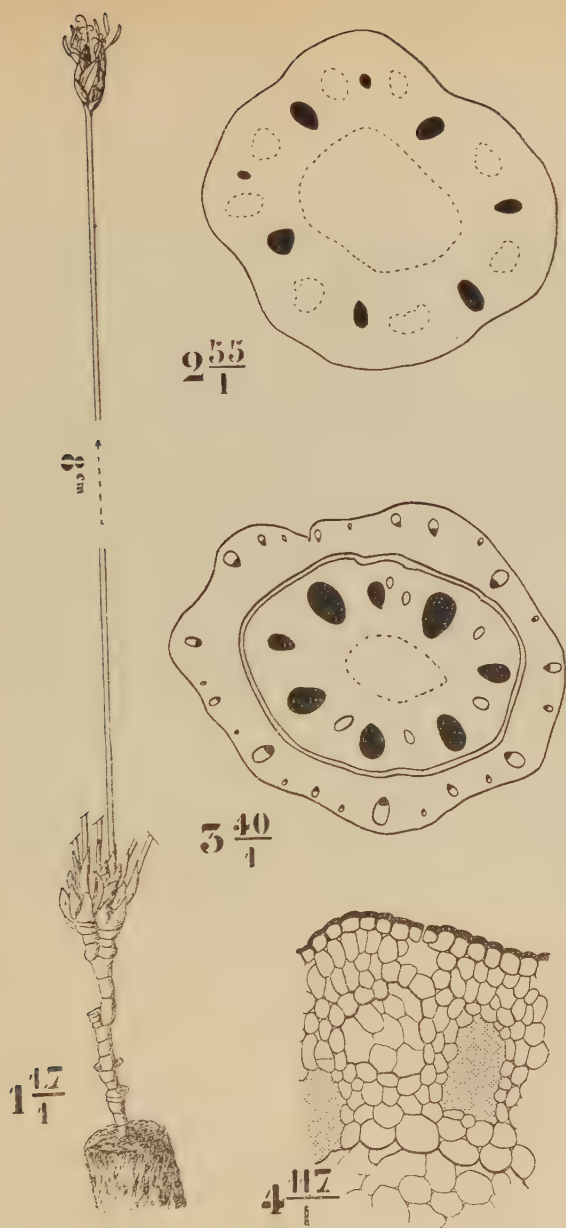
**Scirpus caespitosus L.**

Gross.  $\frac{1}{2}$ .

## PLANCHE XIV

### SCIRPUS CAESPITOSUS L.

- FIG. 1. — Une des ramifications du rhizome isolée; cette ramification a été en partie dépouillée du manchon formé par les gaines foliaires et les racines. Son sommet est couronné par un bouquet d'écaillés d'où sortent 6 hampes; elle porte une seule gaine foliaire, munie d'un limbe réduit à une pointe courte (pp. 65 et 67).
- FIG. 2. — Coupe dans la hampe sous l'inflorescence : tous les faisceaux sont disposés à la périphérie et alternent avec de petits canaux aérifères; au centre, le grand canal aérifère axial (p. 70).
- FIG. 3. — Coupe à la base de la hampe : celle-ci est, à ce niveau, entourée d'une gaine. Les petits canaux aérifères périphériques n'ont pas été figurés. Six faisceaux acrolisés (en blanc) sont intercalés entre les autres (pp. 69 et 70).
- FIG. 4. — Coupe transversale d'une portion de la hampe montrant un canal aérifère périphérique et une portion du canal aérifère axial dont les contenus (cellules de parenchyme à parois très minces) ne sont pas encore résorbés (p. 70).



*Scirpus caespitosus* L.

## PLANCHE XV

### **SCIRPUS CAESPITOSUS L.**

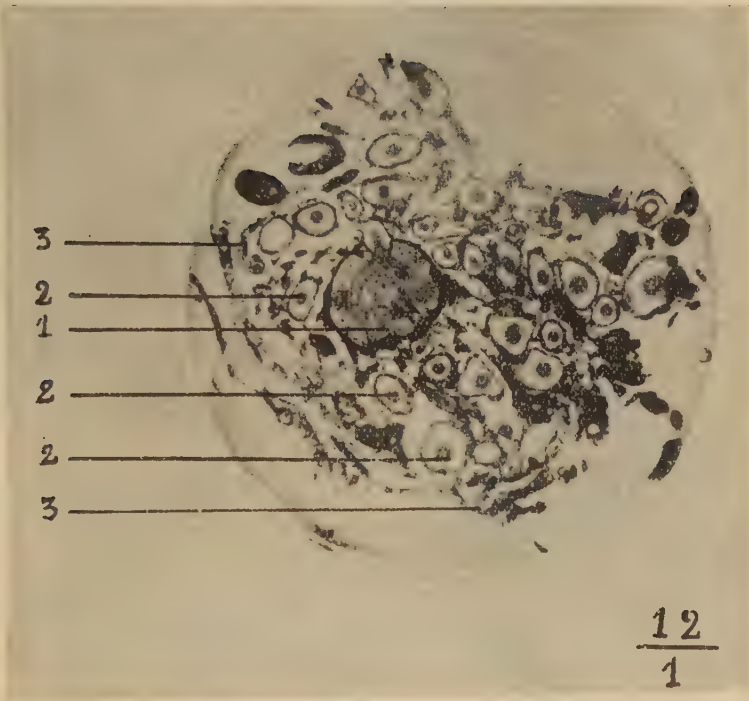
Microphotographie (non retouchée) d'une coupe transversale d'un manchon tourbeux (p. 66), tel que celui figuré planche XIV, figure 1 :

1. Le rhizome : zone corticale plus claire avec pointements noirs (cellules à glucosides); région centrale contenant les faisceaux; vers le haut, une racine sortante, insérée sur le réseau radicifère situé à la périphérie du cylindre central, et traversant la zone corticale.

2. Les racines qui entourent le rhizome; leur cylindre central est nettement séparé de la zone corticale.

3. Débris des gaines foliaires qui entourent les racines.

---



*Scirpus caespitosus* L.

## PLANCHE XVI

### **SCIRPUS ALPINUS** SCHLEICH.

- FIG. 1. — Coupe transversale au sommet de la hampe, faisceaux périphériques disposés en un seul cercle; centre de la hampe rempli d'un parenchyme à cellules sphériques. Pas de cordons de sclérenchyme, mais gaines des faisceaux et épidermes sclérifiés; deux assises de parenchyme chlorophyllien (pp. 72 et 73).
- FIG. 2. — Coupe au sommet de la hampe : elle est triangulaire et contient 7 faisceaux sympodiques de l'inflorescence et de ses bractées (p. 72).
- FIG. 3. — Coupe à la base de la hampe : on voit les 7 faisceaux (en noir) de la coupe précédente; en plus 3 faisceaux acrolysés en blanc (p. 72).
- FIG. 4. — Coupe dans la hampe d'un autre individu : cette hampe est hexagonale (les faisceaux ont tous été représentés de la même façon, l'étude du parcours des faisceaux n'ayant pas été faite dans cet individu (p. 72).

### **SCIRPUS SETACEUS** L.

- FIG. 5. — Portion d'une touffe montrant le rhizome et ses hampes aciculaires dont la base est entourée de feuilles engainantes à limbes plus ou moins développés (p. 78).
- FIG. 6. — Coupe au sommet de la hampe : celle-ci contient à ce niveau 3 faisceaux qui alternent avec 3 canaux aérifères. Cordons de sclérenchyme sous-épidermiques (p. 79).
- FIG. 7. — Coupe à la base de la hampe : à ce niveau il existe un faisceau acrolysé (en blanc) (p. 79).

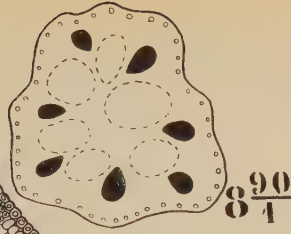
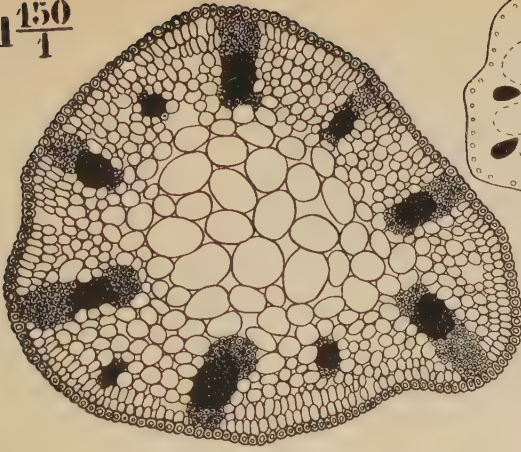
### **SCIRPUS PAUCIFLORUS** LIGHTF.

- FIG. 8. — Faisceaux tous périphériques, alternant avec des canaux aérifères. Pas de faisceaux acrolysés, nombreux cordons de sclérenchyme sous-épidermiques (p. 74).

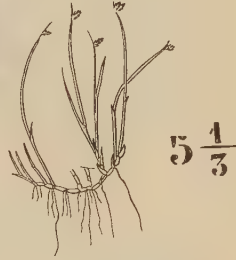
### **SCIRPUS SUPINUS** L.

- FIG. 9. — Coupe transversale dans la hampe : faisceaux éparpillés dans toute l'épaisseur de l'organe; pas de faisceau central; pas de faisceaux acrolysés; nombreux canaux aérifères; cordons de sclérenchyme sous-épidermiques; symétrie bilatérale (pp. 80 et 81).
-

1  $\frac{150}{1}$



8  $\frac{90}{4}$



5  $\frac{4}{3}$



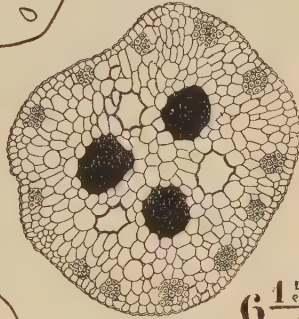
2



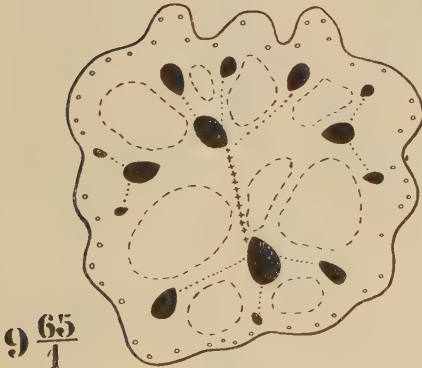
3  $\frac{55}{4}$



4



6  $\frac{150}{1}$



9  $\frac{65}{4}$



7  $\frac{55}{4}$

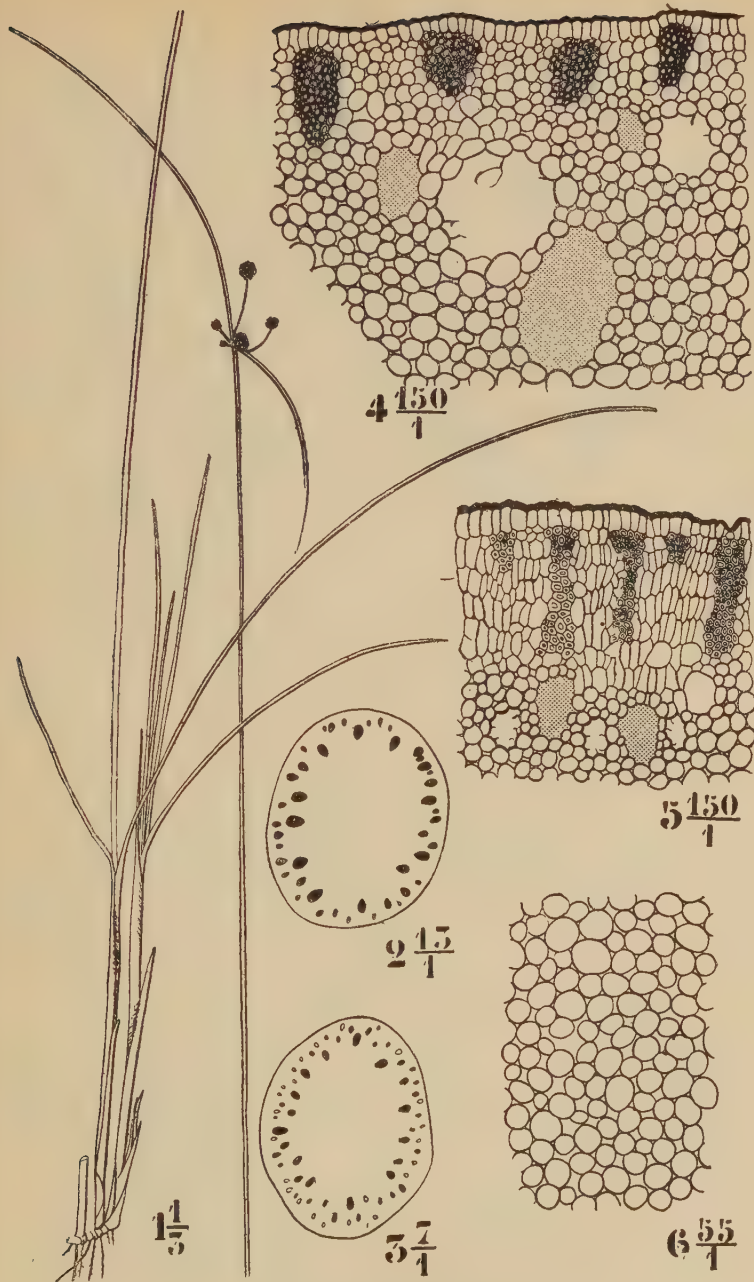
*Scirpus alpinus* SCHLEICH., *Scirpus setaceus* L.,

*Scirpus pauciflorus* LIGHTF. et *Scirpus supinus* L.

## PLANCHE XVII

### SCIRPUS HOLOSCHOENUS L.

- FIG. 1. — Morphologie externe : toutes les feuilles végétatives sont insérées à la base de la pousse; parmi elles, seules les deux supérieures sont munies d'un limbe (p. 75).
- FIG. 2. — Coupe au sommet de la hampe; faisceaux au nombre de 45, tous groupés à la périphérie (p. 76).
- FIG. 3. — Coupe à la base de la hampe : 68 faisceaux dont 23 (en blanc) n'ont de rapport ni avec l'inflorescence ni avec les bractées : ce sont des faisceaux acrolysés (p. 77).
- FIG. 4. — Périphérie de la hampe d'un individu provenant du Jardin botanique de Liège; 2 canaux aérifères périphériques contiennent des débris de parenchyme; 3 faisceaux (en gris) et 4 massifs de sclérenchyme périphériques. Le parenchyme chlorophyllien est composé de cellules sphériques (pp. 77 et 78).
- FIG. 5. — Périphérie de la hampe d'un individu provenant de la Station de Knocke et montrant un parenchyme chlorophyllien en palissade très caractérisé (p. 77).
- FIG. 6. — Parenchyme central à cellules sphériques et à méats triangulaires (chez *S. maritimus*, c'est l'inverse qui existe : les méats sont sphériques et les cellules sont presque toutes triangulaires (p. 77).
-



*Scirpus holoschoenus* L.

## PLANCHE XVIII

### SCIRPUS FLUITANS L.

FIG. 1. — Une ramification comprenant :

1° Une portion à longs entre-nœuds portant de longues feuilles étroites dont les extrémités sont déchirées; cette portion à longs entre-nœuds est monopodique et constitue le rhizome;

2° Une portion à entre-nœuds plus courts à végétation également monopodique : à chaque nœud, il existe une feuille dans l'aisselle de laquelle on trouve un bourgeon qui se développe en un bouquet de feuilles; une préfeuille bicarénée est adossée à l'axe principal; cette seconde partie est la tige végétative;

3° Une portion à entre-nœuds très courts, à végétation sympodique, dont toutes les pousses successives se terminent par une hampe, portant à sa base une feuille engainante munie d'un limbe court et réfléchi; une préfeuille bicarénée est adossée à la hampe (p. 82).

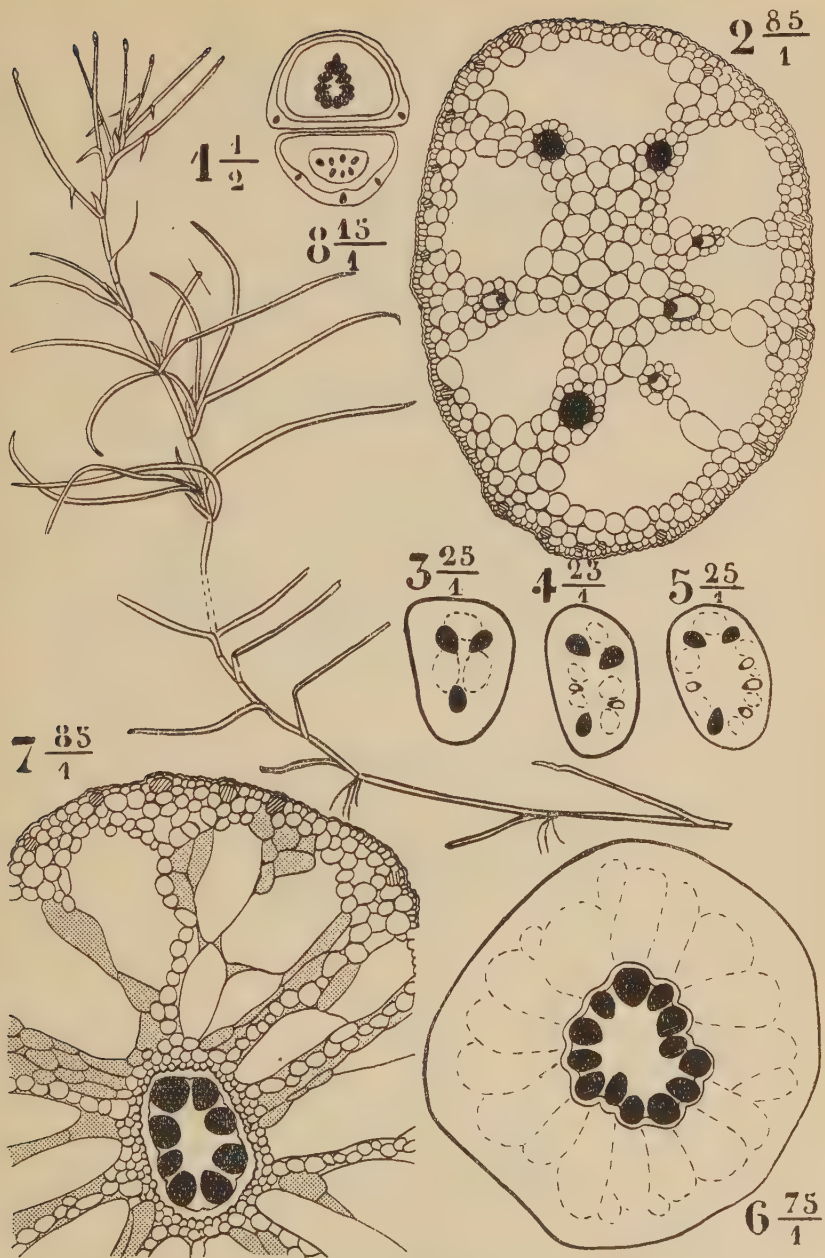
FIG. 2. — Coupe transversale à la base d'une hampe (entièrement hors de l'eau) : 7 faisceaux dont 4 acrolisés (en blanc avec pointement noir). La hampe est légèrement comprimée latéralement; des compartiments aérifères alternent régulièrement avec les faisceaux. Le parenchyme de ces compartiments a été détruit par l'élongation (p. 83).

FIG. 3, 4 et 5. — Coupes transversales faites respectivement : immédiatement sous l'inflorescence, 1 cm. plus bas et enfin à la base de la hampe (p. 83).

FIG. 6. — Coupe transversale de la tige feuillée (immergée) : les faisceaux sont rapprochés du centre; très distincts les uns des autres, il tendent cependant à constituer une stèle analogue à celle des *Potamogeton* (p. 83).

FIG. 7. — Coupe transversale dans le rhizome : les faisceaux sont encore plus concentrés que dans la portion végétative sympodique : ils forment réellement une stèle entourée d'une gaine de sclérenchyme qui l'isole des canaux aérifères; ceux-ci ont un aspect très particulier : les murs qui les limitent sont constitués d'une seule épaisseur de cellules sphériques et les cellules du parenchyme, que contenaient à l'origine ces canaux, ont été écrasées par la dilatation des méats : les sortes de filaments qu'on voit dans les canaux aérifères sont constitués par l'accolement des membranes cellulaires (voir *S. maritimus*, p. 38, et pl. IV, fig. 5 du même, et p. 84).

FIG. 8. — Coupe à la jonction de l'axe principal et de la hampe; la hampe est vers le bas et montre 7 faisceaux isolés; elle est entourée à la base par une gaine foliaire contenant 3 faisceaux L M L; l'axe principal est reconnaissable parce que ses faisceaux sont disposés en stèle; il est entouré d'une préfeuille bicarénée contenant 2 faisceaux dans ses angles (p. 84).



*Scirpus fluitans* L.

## PLANCHE XIX

### **SCIRPUS TENUISSIMUS** (NEES) BÖCK.

FIG. 1. — Coupe transversale à la base de la hampe : 6 faisceaux dont 3 acrolysés en blanc; cordons de sclérenchyme sous-épidermiques (p. 85).

FIG. 2. — Coupe transversale dans la tige feuillée : tous les faisceaux sont confondus en une stèle (p. 85).

### **SCIRPUS CUBENSIS** KUNTH.

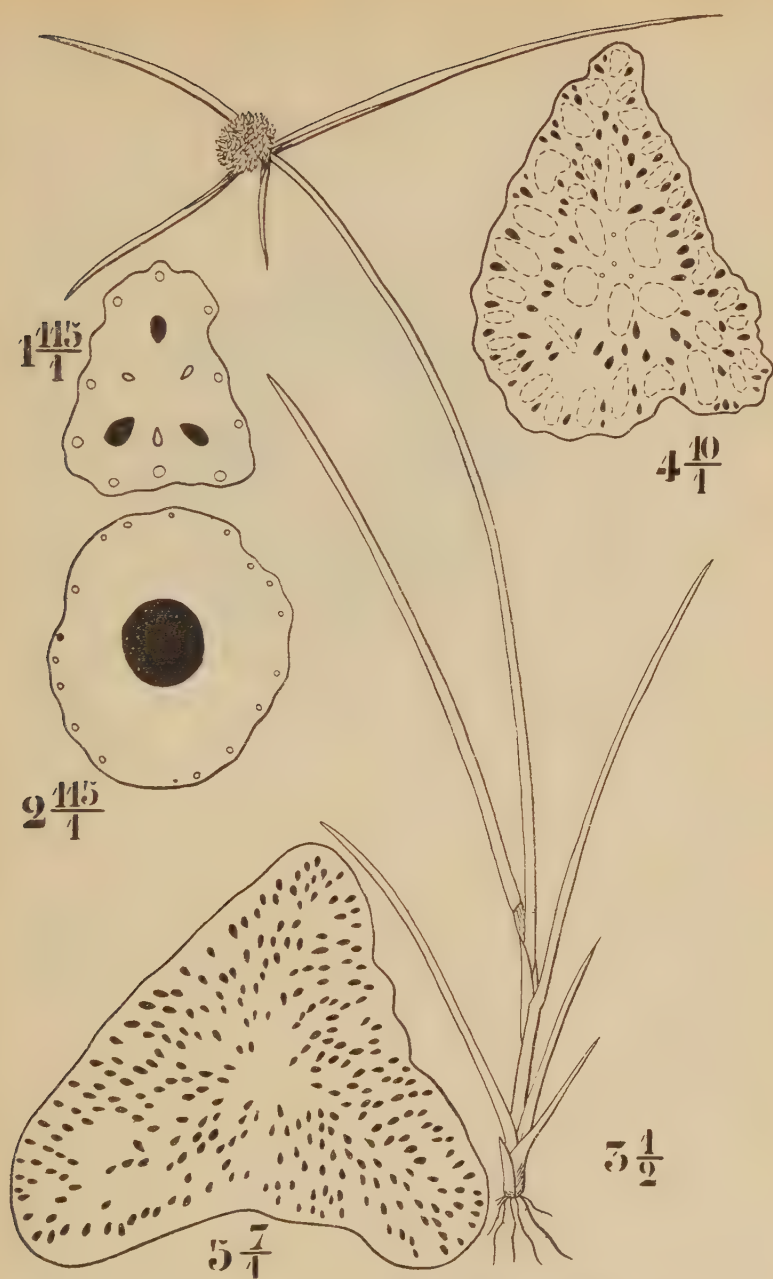
FIG. 3. — Aspect extérieur d'un individu jeune à inflorescence simple et sessile (p. 88).

FIG. 4. — Coupe transversale à la base de la hampe; le centre est occupé par une colonne de parenchyme de cellules sphériques, soutenue par des cordons de sclérenchyme (p. 89).

### **SCIRPUS GIGANTEUS** KUNTH.

FIG. 5. — Coupe transversale à la base de la hampe; le centre est occupé par du parenchyme étiré, méatique. Les faisceaux sont extrêmement nombreux (pp. 90 et 91).

---



*Scirpus tenuissimus* (NEES) BÖCK, *Scirpus Cubensis* KUNTH.  
et *Scirpus giganteus* KUNTH.

## PLANCHE XX

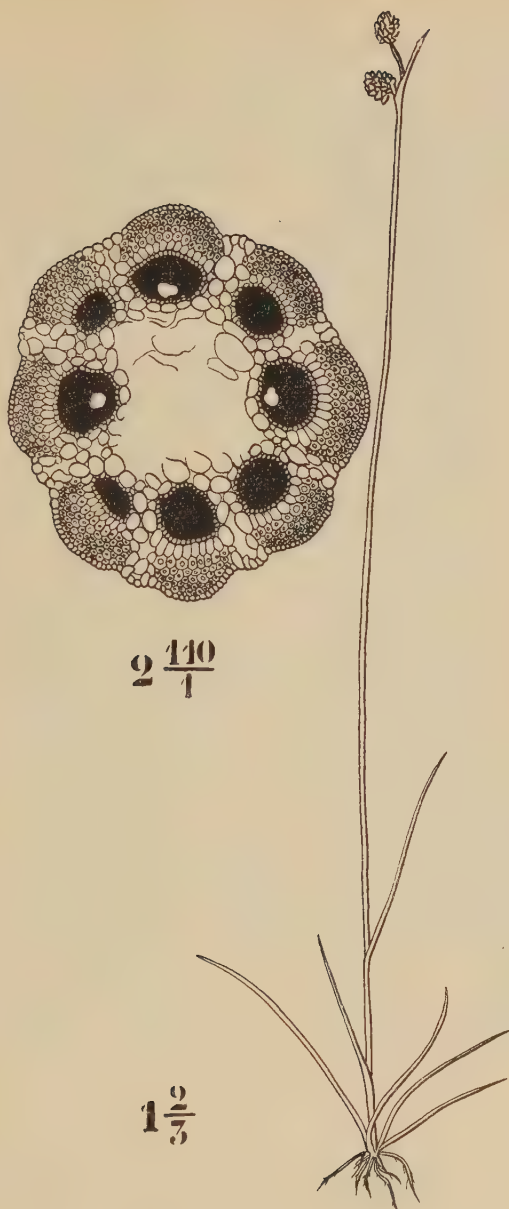
### **SCIRPUS SPADICEUS** (DEV.) BÖCK.

FIG. 1. — Aspect extérieur : pas de rhizome, souche annuelle courte; gaines foliaires assez développées : les deux supérieures prolongées par un limbe (l'épaisseur de la hampe a été exagérée dans ce dessin; l'échelle indiquée ne vaut que pour les feuilles et la hauteur de la hampe, p. 86).

FIG. 2. — Coupe transversale à la base de la hampe; pas de faisceaux acrolisés; entre chaque côte de la hampe il existe une chambre aérifère de stomate.

Remarquer l'énorme développement des éléments sclérifiés (p. 87).

---



*Scirpus spadiceus* DESV. (BÖCK).

## PLANCHE XXI <sup>(1)</sup>

### SCIRPUS SYLVATICUS L.

FIG. 1. — Schéma du parcours des faisceaux dans la hampe et dans la tige végétative. Il existe à chaque nœud une ceinture gemmaire à la faveur de laquelle tous les faisceaux contractent des anastomoses.

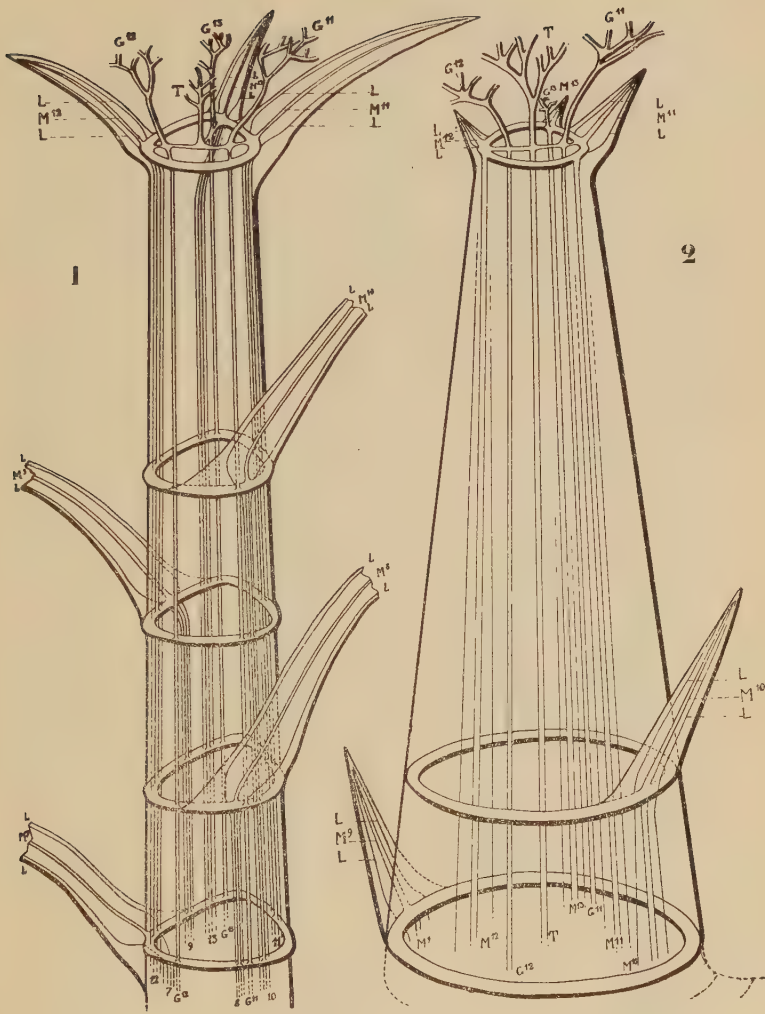
Tous les faisceaux de l'inflorescence et de ses bractées qui se trouvent immédiatement sous le nœud de l'inflorescence se retrouvent à la base de la hampe (pp. 26, 27 et 28.)

### SCIRPUS LAGUSTRIS L.

FIG. 2. — Schéma du parcours des faisceaux dans la hampe et dans la tige végétative (mêmes remarques que pour la fig. 1 en ce qui concerne les faisceaux représentés). Le faisceau de l'inflorescence terminale T occupe l'axe de la hampe, alors qu'on ne l'y trouve pas chez *S. sylvaticus*. On remarquera qu'un certain nombre de faisceaux n'atteignent pas le sommet de l'inflorescence : ce sont les faisceaux acrolisés (p. 44).

---

(1) On n'a représenté qu'un faisceau pour chacune des inflorescences latérales : ce sont les G<sup>11</sup>, G<sup>12</sup>, G<sup>13</sup>. Parmi les nombreux faisceaux foliaires, seuls les L M L ont été figurés.



Schémas du parcours des faisceaux chez **Scirpus sylvaticus** L.  
et **Scirpus lacustris** L.

## PLANCHE XXII <sup>(1)</sup>

### **SCIRPUS MUCRONATUS L.**

FIG. 1. — Schéma du parcours des faisceaux dans la hampe. On remarquera que les 3 faisceaux *mim* de la bractée s'arrêtent, dans leur parcours descendant, à la ceinture gemmaire du nœud de l'inflorescence. Ils n'existent pas au sommet de la hampe, mais on les retrouve à la base de celle-ci. Il existe un faisceau central T, comme chez *S. lacustris* (p. 63).

### **SCIRPUS FLUITANS L.**

FIG. 2. — Schéma du parcours des faisceaux dans la hampe et dans la tige feuillée. Les faisceaux normaux ou acrolysés, très distants les uns des autres dans la hampe, se rapprochent pour former une stèle dans la tige feuillée, mais restent cependant distincts (p. 83).

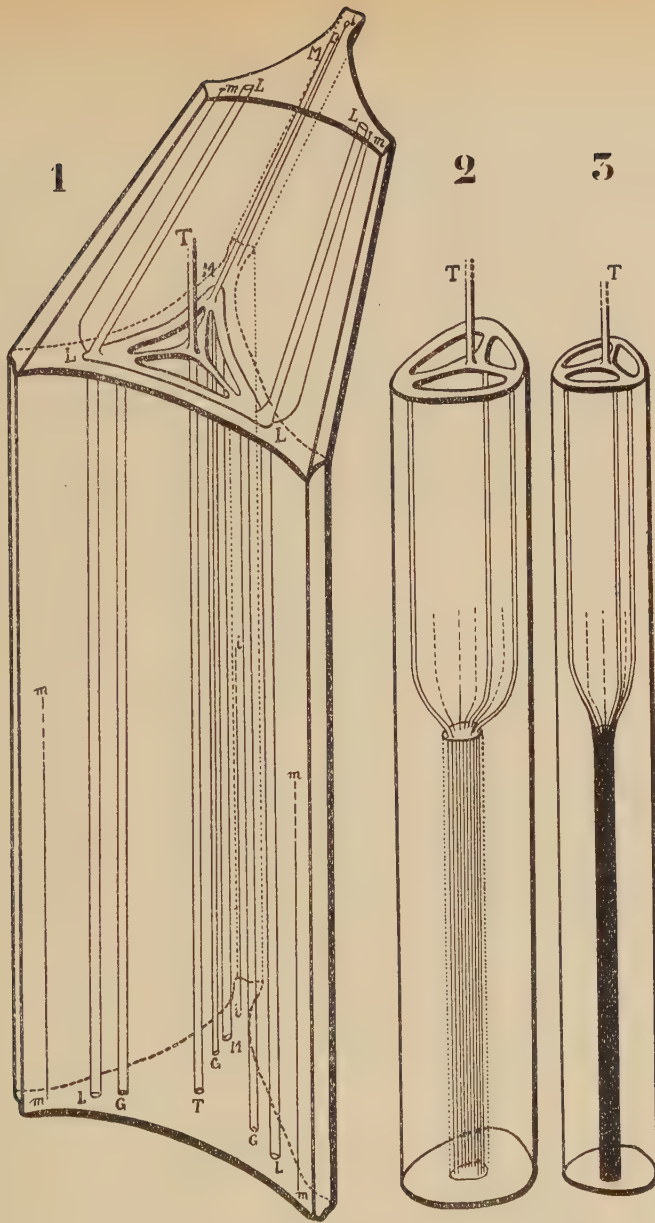
### **SCIRPUS TENUISSIMUS (NEES) BÖCK.**

FIG. 3. — Même schéma que pour *S. fluitans*, mais les faisceaux de la stèle sont tous confondus en un « cordon vasculaire axile » (p. 85).

---

(1) Mêmes remarques que pour la planche XXI

---



Schémas du parcours des faisceaux chez *Scirpus mucronatus* L.,  
*Scirpus fluitans* L. et *Scirpus tenuissimus* Böck.



## BIBLIOGRAPHIE

---

1583. CESALPIN, *De plantis libri XVI.*
1675. MALPIGHI, *Anatome plantarum.*
1682. GREW, *The Anatomy of plants.*
1719. SCHEUCHZERUS, *Agrostographia sive Gramineum, Juncorum, Cyperorum, Cyperoidum, issque affinium. Historia Tiguri, Typis et Sumptibus Bodmerianis.*
1747. GUETTARD, *Observations sur les Plantes.*
1751. MOELLER, *Oeconom, Physical Abhandl., t. I et V.*
1758. DUHAMEL, *Physique des Arbres.*
1759. WOLFF, *Theoria generationis.*
1779. MOLDENHAWER, *De vasis plantarum.*
1784. DESFONTAINES, *Fragment d'un voyage dans les Régences de Tunis et d'Alger, fait de 1783 à 1784.*
1786. LAMARCK, *Encyclopédie méthodique. Botanique.*
1788. MAYER, Mémoires sur les vaisseaux des plantes. (*Mém. Acad. Sc. Berlin, 1788-1796.*)
1789. JUSSIEU, *Genera Plantarum.* Paris.
1790. DAUBENTON, Observations sur l'organisation des Monocotylédones. (*Mém. Acad. Sc., an V.*)
1790. HEDWIG, *De fibrae vegetabilis et animalis ortu.* Lipsiae.
1790. GOETHE, *Versuch. die Metamorphose der Pflanzen zu erklären.*
1792. CAVOLINI, *Zosteræ Oceanicæ Linnei ANΘHSIS Contemplatus est Philippus Caulinus Neapolitanus.* Annis 1787 et 1791. Neapoli.
1798. DESFONTAINES, Mémoire sur l'organisation des monocotylédons ou plantes à une feuille séminale. (*Mém. de l'Inst. national des Sciences et des Arts* [Sciences mathématiques et physiques], t. 1, p. 478.)
1800. DARWIN, *Phytologia.*
1800. SENEBIER *Physiologie végétale.*
1802. SPRENGEL, *Anleitung zur Kenntnis der Gewächse.* Halle.
1804. DE MIRBEL, Traité d'Anatomie et de Physiologie végétales an X. (*Mém. de l'Institut, t. IX.*)
1805. DUPETIT-THOUARD, *Essais sur la Végétation.* Paris.
1805. BERNHARDI, *Beobachtungen über Pflanzengefässe.* Erfurt.

1805. DE SAINT-HILAIRE (JAUME), *Exposition des Familles naturelles et de leur Germination.*
1806. COTTA, *Naturbeobachtungen.* Weimar.
1806. TREVIRAMUS, Von inwendigen Bau des Gewächse und von der Saftbewegung in denselben. (*Beiträge zur Pflanzenphysiologie.* Goettingen.)
1807. RUDOLPHI, *Anatomie der Pflanzen.*
1807. LINK, *Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen.* Goettingen.
1809. DE MIRBEL, *Exposition de la Théorie de l'organisation végétale.*
1812. KIESER, *Mémoire sur l'organisation des Plantes.* Harlem.
1812. MOLDENHAWER, *Beiträge zur Anatomie des Pflanzen.*
1813. DE CANDOLLE, *Théorie élémentaire de la Botanique,* p. 198.
1817. GOETHE, *Zur Morphologie.*
1821. TITTMANN, *Die Keimung der Pflanzen.* Dresden.
1821. TREVIRAMUS, *Vermischte Schriften,* Bd 4, p. 76. Bremen.
1824. MOHL, *De palmarum structura, figura idealis.* (Tab. Q, fig. 4 et 5, dans *Historia naturalis Palmarum,* de VON MARTIUS.)
1826. GAUDICHAUD, *Voyage autour du Monde par Louis de Freycinet.*
1827. DE CANDOLLE, *Organographie végétale.* Paris.
1829. AGARDH, *Essai sur le développement intérieur des Plantes.*
1830. MEYEN, *Phytotomie.*
1831. MOHL, *De palmarum structura.*
1831. LINK, Sur les trachées des Plantes. (*Ann. Sc. nat., 1<sup>re</sup> série, t. XIII.*)
1832. DUMORTIER, *Recherches sur la structure comparée des Animaux et des Végétaux.* Bruxelles.
1834. BRONGNIART, Nouvelles recherches sur la structure de l'épiderme. (*Ann. Sc. nat. Bot., 2<sup>e</sup> série, I.*)
1836. MENEGHINI, *Ricerche sulla struttura del caule nelle piante Monocotyledoni.* Padoue.
1837. MEYEN, Ueber die grossen Luftbehaelter im Inneren der Pflanzen in Neues Syst. der Pflanz. Physiologie.
1837. HARTIG, Vergleich Untersuch. u. d. Organisation des Stammes d. einh. Waldbaume.
1837. HARTIG, *Jahresb. des Bot. Vereins am Mittel und Niederrhein.* Bonn et Coblenz.
1837. MOHL, Ueber den Bau der vegetabilischen Zellmembran.

1837. DE SAINT-HILAIRE, *Observations sur la végétation des Scirpus en général et en particulier des Scirpus palustris (Eleocharis palustris Br.) et multicaulis (Ed. multicaulis Dietr.)*.
1837. DUTROCHET, *Mémoires pour servir à l'Histoire anatomique et physiologique des Végétaux et des Animaux*. Bruxelles.
1838. TENORE, *Nuove Ricerche sulla Caulinia Oceanica*. (Letta alla Real Academia delle Scienze il di 3 Aprile.)
1838. PAYEN, Mémoire sur la composition du tissu propre des Plantes et du Ligneux. (*Mém. Acad. Sc. Paris.*)
1839. MOHL, Ueber den Bau der Ringgefäße. (*Flora*, II.)
1839. LESTIBOUDOIS, Étude sur l'Anatomie et la Physiologie des Végétaux. (*Mém. Soc. roy. Sc., Agricult., Arts, de Lille.*)
1839. SCHLEIDEN, Bemerkungen über Spiralbildungen in der Pflanzenzellen. (*Flora*, t. 43.)
1839. MIRBEL, Nouvelles notes sur le Cambium. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 2<sup>e</sup> série, t. II.)
1840. MOHL, Recherches sur la Structure des Vaisseaux annulaires. (*Idem*, 2<sup>e</sup> série, t. XIV.)
1840. SCHLEIDEN, Observations sur les formations spirales dans les Cellules végétales. (*Idem*, 2<sup>e</sup> série, t. XIII.)
1840. DE SAINT-HILAIRE, *Leçons de Botanique*.
1840. LESTIBOUDOIS, *Études sur l'Anatomie et la Physiologie des Végétaux*.
1841. GAUDICHAUD, Recherches générales sur l'Organographie, la Physiologie et l'Organogénie des Végétaux. (*Mém. Acad. Sc.*, 2<sup>e</sup> série, t. XVI.)
1841. UNGER, *Genesis der Spiralgefäße*, *Linnaea*. Halle, 1841.
1842. UNGER, Mémoire sur l'origine des Vaisseaux spiraux. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 2<sup>e</sup> série, t. XVII.)
1843. HARTIG, Beiträge zur Entwicklungen geschichte der Pflanzen. (*Idem*, 3<sup>e</sup> série, t. I.)
1843. MOHL, Einige Bemerkungen über den Bau der vegetabilischen Zelle. (*Bot. Zeitschr.*, p. 273.)
1843. DE MIRBEL, Recherches anatomiques et physiologiques sur quelques Végétaux monocotylés. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 2<sup>e</sup> sér., t. XX.) Se trouve également dans les extraits des *Comptes rendus des séances de l'Acad. roy. des Sciences* (Institut de France), séance du 12 juin 1843.
1843. DE MIRBEL, *Éléments de Physique végétale*.
1843. GAUDICHAUD, Réfutation des théories de de Mirbel. (Extraits des *Comptes rendus des séances de l'Acad. roy. des Sciences* [Institut de France], séance du 12 juin 1843, vol. I, p. 1235.)

1843. MENECHINI, 1° Considerazioni sulla questione attu attualmente agitata all' Academia de Francia fra Mirbel e Gaudichaud intorno alla struttura del tronco delle Monocotyledoni, in *Miscellaneæ de Chimica Fisica e Storia naturale*; 2° *Pisa, Miscellaneæ Med. Chir.*, pp. 197-207; 3° *Giornale Encyclop. Italiana*, vol. I, p. 17.
1844. GAUDICHAUD, Réfutation des théories de de Mirbel (*suite*). (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Acad. roy. des Sciences* [Institut de France], vol. I, p. 597.)
1844. NAUDIN, Sur le développement des axes et des appendices dans les Végétaux. (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 3<sup>e</sup> série, t. I, p. 162.)
1844. Suite de Recherches anatomiques et physiologiques sur quelques Végétaux monocotylés (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 3<sup>e</sup> série, t. III); se trouve également dans les Extraits des *Comptes rendus des séances de l'Acad. roy. des Sciences* (Institut de France), séance du 7 octobre 1844.
1845. MOHL, Observations sur la Cellule végétale. (*Ann. Sc. nat.*, 4<sup>e</sup> série, t. III.)
1845. GAUDICHAUD, Réfutations des théories de M. de Mirbel dans son mémoire sur le *Draecaena australis*. (Extraits des *Comptes rendus des séances de l'Acad. roy. des Sciences* [Institut de France], séance du 12 mai 1845, vol. I, p. 1375; séance du 19 mai 1845, vol. II, p. 98.)
1845. VON MARTIUS, Extraits des *C. R. de l'Acad. Sc. Paris*, vol. II, p. 1038.
1845. MOHL, *Gelehrte Anzeige Acad. roy. Sc. Bavière*.
1845. SCHLEIDEN, *Grundzüge*, I, 2<sup>e</sup> édition
1847. KARSTEN, *Die Vegetationsorgane des Palmen*. Berlin.
1848. LESTIBOUDOIS, Phyllotaxie anatomique ou Recherches sur les causes organiques des diverses dispositions des Feuilles. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, t. X.)
1848. HANSTEIN, *Plantarum vascularium folia, caulis, radix*.
1849. CLOS, Du Collet dans les Plantes. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 3<sup>e</sup> série, t. XVIII.)
1849. DESMOULINS, Note sur les Feuilles du *Scirpus lacustris* L. (Extrait du *Recueil des Actes de l'Acad. Bordeaux*.)
1851. GRONLAND, J., Beitrage sur Kenntniss der *Zostera marina* L. (*Bot. Zeit.*, p. 185.)
1851. BRAUN, *Verjungung in der Natur*.
1851. IRMITSCH, TH., Ueber die Inflorescenzen der deutschen Potamoen. (*Flora*.)
1852. AGARDH, Rotknöler hos *Potamogeton pectinatus*. (*Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akad. förhandlingar*. Niende Argangen, 1852, Stockholm, 1853, pp. 29-31.)

1852. HOFMEISTER, Zur Entwicklungsgeschichte der *Zostera*. (*Bot. Zeit.*, Jahrg. X, 1852, pp. 121, 131, 137 et 149).
1852. CLOS, Rhizotaxie anatomique. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 3<sup>e</sup> série, t. XVIII.)
1852. TRECUL, Observations relatives à l'accroissement en diamètre des Sujets dicotylédonés ligneux. (*Idem*, t. XVII.)
1852. SCHACHT, *Die Pflanzenzelle, der invere Bau und das Leben, Gewächse*.
1853. HANSTEIN, *Untersuchungen über d. Bau und d. Entwicklung der Baumrinde*.
1853. BRAUN, *Das Individuum der Pflanze*. Berlin.
1854. TRECUL, Mémoire sur les Formations secondaires dans les Cellules végétales. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 4<sup>e</sup> série, t. II.)
1854. HARTIG, Ueber die Querscheidewände der einzelnen Gliedern der Siebröhren in *Cucurbita* Pep. (*Bot. Zeit.*)
1854. GAY, J., Note sur les caractères essentiels de *Potamogeton trichoides* Cham. (*Bull. Soc. bot. France*, t. I, p. 46.)
1855. MOHL, Einige Andeutung über der Bau des Bastes. (*Bot. Zeit.*)
1855. UNGER, *Anatomie und Physiologie der Pflanzen*.
1856. LAESTADIUS, Nagra anmärkningar om *Scirpus lacustris*. (*Bot. Notiser*, pp. 83 et 84.)
1856. CLOS, Mode de propagation particulier du *Potamogeton Crispus* L. (*Bull. Soc. bot. France*, t. III, 1856, p. 350.)
1856. KIRSCHLEGER, Etwas über fluthende Pflanzen (*Plantae fluitantes*) und sonstige Notizen in Bezug auf die rheinische Flora. (*Flora*, N. B. Jahrg. XIV, 1856, pp. 529-536.)
- 1856-1862. CHATIN, *Anatomie comparée des Végétaux*. Paris.
1856. MOHL, Quelques remarques sur la composition du liber. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 4<sup>e</sup> série, t. V.)
1856. SACHT, *Lehrbuch*.
1857. SANIO, *Bot. Zeit.*, p. 684.
1857. KIRSCHLEGER, Nahtrag zu der Notiz über fluthende Pflanzen. (*Flora*, N. B., Jahrg. XV, 1857, pp. 193 et 194.)
1857. TREVIRAMUS, Vermische Bemerkungen. Hybernacula des *Potamogeton Crispus*. (*Bot. Zeit.*, Jahrg. 15, pp. 697-702.)
1857. HOFMEISTER, *Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen*. Leipzig.
1857. HANSTEIN, Ueber den Zusammenhang der Blattstellung mit dem Bau des Dicotyledonholrings. (*Monatsbericht der k. Akad. d. Wiss. zu Berlin et Ann. Sc. nat. Bot.*, 4<sup>e</sup> série, t. VIII.)
1858. NAGELI, *Beiträge zur Wissenschaftlichen Botanik*. Leipzig.
1858. MOHL, Ueber die Cambiumschichte des Stammes der Phanerogamen und ihr Verhältniss zum Dickenwachtsthum desselben. (*Bot. Zeit.*, p. 185.)

1858. MOHL, Sur la couche de Cambium de la tige des Phanérogames et ses rapports avec l'accroissement en épaisseur de cette tige. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 4<sup>e</sup> série, t. IX.)
1858. CASPARY, Die Blüthe von *Elodea Canadensis* Rich. (*Bot. Zeit.*, pp. 313-317.)
1858. DUCHARTRE, Recherches expérimentales sur la Transpiration en milieux humides. (*Bull. Soc. bot. France*, t. V, pp. 105-111.)
1858. HOFMEISTER, Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen. (*Pringsheim's Jahrb. f. wissenschaft. Bot.*, Bd I, 1858, pp. 82-188.)
- 1858 (1). IRMISCH, Bemerkungen über einige Wassergewasche. (*Bot. Zeit.*, 353-356.)
- 1858 (2). IRMISCH, Ueber das Vorkommen von schuppen und haarförmigen-Gebilden innerhalb des Blattscheiden bei monokotylichen Gewachsen. (*Idem*, 127-179.)
- 1858 (3). IRMISCH, *Ueber einige Arten aus der natürlichen Pflanzenfamilie der Potameeen*. Berlin.
1859. IRMISCH, Zur Naturgeschichte des Potamogeton densus. (*Flora*.)
1859. SCHACHT, Ueber die Tüpfel der Gefäss- und Holzzellen. (*Bot. Zeit.*.)
1860. SCHACHT, *De Maculis in plantarum vasis cellulisque lignosis*. Bonn.
1860. SCHACHT, *Der Baum*, 3<sup>e</sup> édition.
1860. COSSON, Note sur la stipule et la préfeuille dans le genre *Potamogeton* et quelques considérations sur ces organes dans les autres Monocotylées. (*Bull. Soc. bot. France*, t. VII, pp. 715-720.)
1860. GRENIER, Recherches sur le *Posidonia Caulini* König. (*Idem*, t. VII, p. 363.)
1860. WOSSIDLO, *Quaedam additamenta ad Palmarum anatomiam* (Diss. Vratisl.).
1861. NAGELI, Ueber die Siebröhren von *Cucurbita pepo*. (*Sitzungsb. d. b. Akad. d. Wiss. in München*.)
1861. SCHLEIDEN, *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik*.
1861. UNGER, Neue Untersuchungen über die Transpiration der Gewächse. (*Sitz. des Wiener Akad. der Wiss.*, V, B. 44, Abth. 2, pp. 365-367.)
1862. NAGELI und KRAMER, *Pflanzenphysiol. Untersuch.* Heft II.
1862. CASPARY, Ueber die Gefässbündel der Pflanzen. (*Monatsb. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin*.)
1863. SANIO, Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. (*Bot. Zeit.*)

1864. BUCHENAU, Eine Beobachtung an *Potamogeton mucronata* Schrad. (*Verhandl. des Bot. Vereins d. Prov. Brandenburg*, Jahrg. III, 1864, pp. 213-215.)
1864. BORNET, Recherches sur le *Phucagrostis major*. (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 5<sup>e</sup> série, t. I, 1864.)
1864. PRILLEUX, Recherches sur la végétation et la structure de l'*Althénia filiformis* Petit. (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 5<sup>e</sup> série, t. II, pp. 169-190.)
1865. SANIO, Einige Bemerkungen in Betreff meiner über Gefässbündelbildung geäusseten Ansichten. (*Bot. Zeit.*, Jahrg. 23.)
1866. DUVAL-JOUVE, Variations parallèles des types congénères. (*Bull. Soc. bot. France*, t. XII, pp. 196-211.)
1866. MILLARDET, Notice pour servir à l'Histoire du développement en épaisseur des parois cellulaires. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 5<sup>e</sup> série, t. VI.)
1866. VAN TIEGHEM, Recherches sur la structure des Aroïdées. (*Idem*, 5<sup>e</sup> série, t. VI.)
1868. DE CANDOLLE, Théorie de la Feuille. (*Archives Sciences. Bibl. universelle.*)
1868. VAN TIEGHEM, Note sur la respiration des Plantes aquatiques. (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 5<sup>e</sup> série, t. IX, pp. 269-273.)
1868. NAGELI und LEITGEB, *Beiträge zur wissenschaftl. Bot.* Leipzig.
1868. HANSTEIN, Die Scheitelzelgruppe in Vegetationspunkt der Phanerogamen. (*Festschr. die Niederrheinischen Ges. f. Natur- und Heilkunde*, t. III.)
1868. MORE, A. G., *Scirpus parvulus* R. et S. (*Journ. of Bot.*, vol. 6, pp. 321-323.)
1869. VAN TIEGHEM, Recherches sur la symétrie de structure des Plantes vasculaires. (*C. R. Acad. Sc.*, t. LVIII.)
1869. DUVAL-JOUVE, Sur quelques tissus de *Juncus* et de *Graminées*. (Extrait du *Bull. de la Soc. bot. de France*, séance du 24 décembre 1869, t. XVI.)
1870. HEGELMAIER, Ueber die Entwicklung der Blütenteile von *Potamogeton*. (*Bot. Zeit.*, 281, 297, 313.)
1870. HILDEBRAND, Ueber die Schwimmblätter von *Marsilia* und einigen anderen amphibischen Pflanzen. (*Bot. Zeit.*, Jahrg. 28, pp. 1-8 et 17-23.)
1871. WARMING, Forgrenigen hos *Pontederiaceae* og *Zostera*. (*Videnskab. Meddel. fra den naturhist. Forening i Kjöbenhavn for Aaret*, pp. 342-346.)
1871. DUVAL-JOUVE, Sur une forme de cellules qui paraissent propres aux *Cypéracées*.

1871. DUVAL-JOUE, *Des comparaisons histotaxiques et de leur importance dans l'étude critique des espèces végétales.* Paris.
1871. REINKE, Untersuchungen über Waschthumsgschichte und Morphologie der Phanerogamen Wurzel. (*Hanstein's Bot. Abland. I.*)
1871. HANSTEIN, Die Entwicklung des Keimes des Monocotylen und Dicotylen. (*Idem.*)
1871. VAN TIEGHEM, Recherches sur la symétrie de structure des Plantes vasculaires. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 5<sup>e</sup> série, t. XII.)
1872. STRASBURGER, *Die Coniferen und die Gnetaceen.* Iéna.
1872. DUCHARTRE, Quelques observations sur les caractères anatomiques des *Zostera* et *Cymodocea*, à propos d'une plante trouvée près de Montpellier. (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XIX, 1872, pp. 289-302.)
1872. VAN TIEGHEM, Recherches sur les canaux sécréteurs des Plantes. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 5<sup>e</sup> série, t. XVI.)
1872. MAGNUS, Untersuchungen über die Anatomie der Cymodoceen. (*Sitz. Ber. d. Gesell. natur.*, Berlin, pp. 30-33.)
1872. DODEL, Der Uebergang des Dicotyledonstengels in die Pfahlwurzel. (*Pringsheim's Jahrbuch*, vol. 8.)
1873. DUVAL-JOUE, Particularités des *Zostera marina* L. et *nana* Roth. (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XX, pp. 81-88.)
1873. RUSSOW, Vergleich. Untersuchungen über Leitbündelkryptog. (*Mém. Akad. Saint-Péterbourg*, 7<sup>e</sup> série, t. XIX.)
1873. DUVAL-JOUE, *Diaphragmes vasculifères des Monocotylées.* (*Mém. Acad. Montpellier.*)
1873. SANIO, Anatomie der gemeinen Kiefer. (*Pringsheim's Jahrbuch*, IX.)
1874. SCHWENDENER, *Das mecanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen.* Leipzig.
1874. SICARD, Observations sur quelques épidermes végétaux. (*Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris.*)
1874. DUVAL-JOUE, *Etude histotaxique des Cypéracées.*
1874. DE JANCKZEWSKI, Recherches sur l'accroissement terminal des racines dans les Phanérogames. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 5<sup>e</sup> série, t. XX.)
1874. DE JANCKZEWSKI, Recherches sur le développement des radicales. (*Idem.*)
1875. WARMING, Recherches sur la ramification des Phanérogames principalement au point de vue de la partition du point végétatif. (*Kongelige Danske Vedenskabernes Selskabs skrifter*, Femte raekke, Tiende Bind.)

1875. RUSSOW, *Betrachtungen über Leitbündelgewebe*. Dorpat.
1875. ASCHERSON, *Die geographische Verbreitung der Seegräser*, in Dr G. VON NEUMAYER's *Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen*, pp. 358-373.)
1875. COSTER, Ueber Potamogeton *Crispus* und dessen Brutknospen. (*Bot. Not.*, pp. 97-102.)
1876. CASPARY, *Potamogeton crispa+praelonga*. (Ber. über die fünfzehnte Versammlung des preussischen Bot. Vereins zu Königsberg i. Pr. am 2 Oct. 1876.)
1876. TREUB, Le méristème primitif de la racine dans les Monocotylédones. (*Musée bot. de Leide*, t. II.)
1876. FALKENBERG, *Vergleichende Untersuchungen über den Bau des Vegetationsorgane der Monocotyledonen*.
1876. GOLDSCHMIDT, *Beiträge zur Entwicklungsgesch. fibrovasalmassen in Stengel und in der Hauptwurzel der Dicotyledonen*. Zurich.
1876. HOLLE, Ueber den Vegetationspunkt der Angiospermen. Wurzeln insbesondere die Haubenbildung. (*Bot. Zeit.*, 16-17.)
1877. PRILLEUX, Anatomie comparée de la tigelle et du pivot de la Betterave pendant la germination. (*Bull. Soc. bot. France*.)
1877. DE BARY, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane des Phanerogamen und Farne. (*Handbuch des Physiologischen Botanik de W. Hofmeister*.)
1877. SCHEIFERS, Anatomie der Laubspresse von Potamogeton. (*Inaug. Diss. Bonn*.)
1878. ERIKSSON, Ueber das Urmeristem der Dicotylen-Wurzeln. (*Pringsheim's Jahrb.*, II.)
1878. DUVAL-JOUVE, Observations botaniques. (*Rev. Sc. nat.*, pp. 1-9.)
1878. FLAHAULT, Recherches sur l'accroissement terminal de la racine chez les Phanérogames. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 6<sup>e</sup> série, t. V.)
1878. GUILLAUD, Recherches sur l'Anatomie comparée et le développement des tissus de la tige dans les Monocotylées. (*Idem*.)
1878. HEGELMAIER, *Vergleichende Untersuchungen über Entwicklung dycotyledon Keime mit Berücksichtigung der Pseudomonocotyledonen*. Stuttgart.
1878. IRMISCH, *Bemerkungen über die Keimpflanzen einiger Potamogeton-Aarten*.
1878. CAPUS, Anatomie du tissu conducteur. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 6<sup>e</sup> série, t. VIII.)
1879. VIVIAN-MOREL, Déformation rubanée observée sur le *Potamogeton Lucens*. (*Ann. de la Soc. bot. de Lyon*, VII, C. R. des séances, p. 283.)

1880. GÉRARD, Recherches sur la structure de l'axe au-dessus des feuilles chez les Dicotylédones. (*C. R. Acad. des Sc.*, t. XC.)
1880. BERTRAND, C.-E., Théorie du faisceau. (*Bull. scient. du Nord*, 2<sup>e</sup> série, t. III.)
1880. WEISS, Ueber die Schutzscheide der Polypodiaceen. (*Flora*.)
1880. MER, E., Des causes qui modifient la structure de certaines Plantes aquatiques végétant dans l'eau. (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XXVII, pp. 50-55 et 194-200.)
1880. WILHELM, *Beiträge zur Kenntniss des Siebröhrenapparates Dicotylerpflanzen*. Leipzig.
1881. VESQUE, De l'Anatomie des tissus appliquée à la classification des Plantes. (*Nouv. ann. Mus. Hist. Nat.*, 2<sup>e</sup> série, t. IV.)
1881. NORNER, Beitrag zur Embryoentwicklung der Gramineen. (*Flora*, Bd. 64.)
1881. GUIGNARD, Recherches d'embryogénie végétale comparée. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 6<sup>e</sup> série, t. XII.)
1881. TRECUL, Recherches sur l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les organes aériens. (*Idem*, 6<sup>e</sup> série, t. XII.)
1881. GÉRARD, *Anatomie végétale comparée, appliquée à la classification*.
1881. BERTRAND, C.-E., Définition des membres des Plantes vasculaires. (*Arch. bot. du Nord*, p. 27.)
1881. MICHALOWSKI, Beitrag zur Anatomie und Entwicklung Geschichte von *Papaver somniferum*. (*Inaug. Diss.*, Gratz.)
1882. ASCHERSON, Beobachtungen von O. Tepper über die vegetative Vermehrung der australischen Seegrass *Art. Cymodocea antartica*. (*Sitz. des Bot. Ver. der Prov. Brandenburg*, mars 1882, pp. 28 à 33.)
1882. MANGIN, Origine et insertion des racines adventives et modifications corrélatives de la tige chez les Monocotylédones. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 6<sup>e</sup> série, t. XIV.)
1882. RUSSOW, Bau und Entwicklung der Siebröhren. (*Sitz. Ber. der Naturf. Gesell. Univ. Dorpat*, 6<sup>e</sup> vol., p. 257.)
1882. RUSSOW, Sur la structure et le développement des tubes cribeux. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 6<sup>e</sup> série, t. XIV.)
1882. SCHWENDENER, Ueber das Scheitelwachsthum der Phanerogamen-Wurzeln. (*Sitz. der K. Preuss. Akad. der Wiss. zu Berlin*.)
1882. VAN TIEGHEM, Sur quelques points de l'anatomie des Cucurbitacées. (*Bull. Soc. bot. France*, t. XXIX.)
1882. DE JANCKZEWSKI, Étude comparée sur les tubes cribeux. (*Mém. Soc. Nat. et Math. de Cherbourg*, t. XXIII; *Ann. Sc. nat. Bot.*, 6<sup>e</sup> série, t. XIV.)

1882. MER, E., De quelques nouveaux exemples relatifs à l'influence de l'hérédité et du milieu sur la forme et la structure des Plantes. (*Bull. Soc. bot. France*, t. XXIX, pp. 81-87.)
1882. TEPPER, Some observations on the Propagation of *Cymodocea antartica* (Endl.). (*Trans. and Proc. and Rep. of the Royal Society of South-Australia*, vol. IV.)
1882. WILLE, N., On kimens Udviklingshistorie hos *Ruppia rostellata* og *Zannichellis palustris*. (*Vidensk. f. den Natur. Forening i Kjobenhaven*.)
1883. DELPINO, Teoria generale delle fillotassia. (*Atti della reale Univ. di Genova*, IV, 2.)
1883. RUSSOW, Zur Kenntniss der Holzes insonderheit der Coniferenholzes. (*Bot. Centralbl.*)
1883. DUCHARTES, *Eléments de Botanique*, p. 17.
1883. BRANNER, B. G., The course and growth of the fibro vascular Bundles in Palma. (*Read before the American Philosophical Soc.*, Oct. 19.)
1883. MER, E., Recherches sur les causes de la structure des feuilles. (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XXX, pp. 110-129.)
1884. HABERLANDT, *Physiologische Pflanzenanatomie*.
1884. GRAVIS, *Urtica dioica* L. (Extrait des *Mém. couronnés et des Mém. des Savants étrangers*, publiés par l'Acad. roy. des Sc. de Belgique, t. CLVII, in-4°, 1884.)
1884. STRASBURGER, *Das Botanischen Practicum*, XXVII. Iéna.
1884. VUILLEMIN, *Tige des Composées*. Paris, Bailliére.
1884. VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*. Edition prima.
1885. FISCHER, Ueber der Inhalt der Siebröhren in unverletzten Pflanzen. (*Ber. d. d. Bot. Gesell.*, III.)
1885. FISCHER, Studien über die Siebröhrende Dicotylenblätter. (*Ber. der Math. Phys. Classe König. Sachs der Wiss.*)
1885. GROOM, Ueber den Vegetationspunkt der Phanerogamen. (*Ber. der d. Bot. Gesells.*, Bd 3.)
1885. MOROT, Recherches sur le péricycle ou couche périphérique du cylindre central chez les Phanérogames. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 5<sup>e</sup> série, t. XX.)
1885. COSTANTIN et DUFOUR, Contributions à l'étude de la tige des Lécythidées. (*Bull. Soc. bot. France*, t. XXXII, p. 115.)
1885. COSTANTIN, Observations critiques sur l'épiderme des feuilles des Végétaux aquatiques. (*Idem*, t. XXXII, pp 83-88 et 259-264.)
1886. COSTANTIN, Recherches sur l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des Racines. (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 7<sup>e</sup> série, t. I, pp. 135-182.)

1886. COSTANTIN, Étude sur les feuilles des Plantes aquatiques. (*Idem*, t. III, pp. 94-162.)
1886. FEINDEL, *Essai sur la structure des tubercules du Chiendent à chapelets.*
1886. PAX, Vorläufige Mittheilung über den vegetativen Aufbau der Cyperaceen. (*Englers Jahrb.*, t. VII, pp. 314-317.)
1886. PAX, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Cyperaceen. (*Idem*, t. VII, pp. 287-313.)
1886. LIGNIER, Recherches sur l'anatomie comparée des Calycanthacées, des Mélastomacées et des Myrtacées. (*Arch. Bot. Nord France*, t. III.)
1886. SCHENCK, Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. (*Bibliotheca Botanica*, Heft I, Cassel.)
1886. SCHENCK, *Die Biologie der Wassergewächse.* Bonn.
1886. VAN TIEGHEM et DOULIOT, Sur la Polystélie. (*Ann. Sc. nat.*, 7<sup>e</sup> série, t. III.)
1886. VAN TIEGHEM, Structure de la tige des Primevères nouvelles du Yun-Nan. (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XXXIII.)
1886. WALSINGHAM et PAYNE-GALLWEY, *Schooling (Moor and Marth).* Badmington Library, XIII, London.
1887. LIGNIER, Structure des Lécythidées. (*A. F. A. S., C. R.*)
1887. LIGNIER, *Recherches sur l'anatomie comparée des Calycanthacées, des Mélastomacées et des Myrtacées.* Paris.
1887. VAN TIEGHEM, Sur le second bois primaire de la racine. (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XXXIV.)
1888. FRYER, On leaf-bearing stipules in Potamogeton. (*Journ. of Bot.*, vol. 26, pp. 289-292.)
1888. FRYER, *Potamogeton decipiens* Nolte. (*Idem*, v. 26, pp. 137-139.)
1888. FRYER, *Potamogeton fluitans* Roth. (*Idem*, vol. 26, pp. 273-278.)
1888. LUNDSTRÖM, Ueber farblose Oelplastiden und die biologische Bedeutung der Oeltropfen gewisser Potamogeton-Arten. (*Bot. Centralbl.*, Bd. XXXV, pp. 177-181.)
1888. HOVELACQUE, Caractères anatomiques généraux de la tige des Bignoniacées. (*Bull. Soc. d'Etudes scientif.*, Paris, 11<sup>e</sup> ann., 1<sup>er</sup> semestre.)
1888. VAN TIEGHEM, Sur le dédoublement de l'endoderme dans les Cryptogames vasculaires. (*J. B.*, t. II.)
1888. VAN TIEGHEM et DOULIOT, Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les Plantes vasculaires. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 7<sup>e</sup> série, t. VIII.)
1888. LABORIE, Recherches sur l'anatomie des axes floraux. (Analyse dans la *Revue Scientif.*, t. 42, n<sup>o</sup> 8.)

1888. VAN TIEGHEM, Sur la limite du cylindre central et de l'écorce dans les Cryptogames vasculaires. (*J. B.*, t. II.)
1888. NILSSON, *Scirpus parvulus* Röm. et Sch. och dess närmaste förvändtskaper i var flora. (*Bot. Notiser*, pp. 139-147.)
1888. KARSTEN, Ueber die Entwicklung der Schwimmblätter bei einigen Wasserpflanzen. (*Bot. Zeit.*, pp. 565-578 et 581-589.)
1888. SAUVAGEAU, Sur la présence de diaphragmes dans les canaux aérifères de la racine. (*Comptes rendus Acad. Sc.*, 106.)
1889. LECOMTE, Contribution à l'étude du liber des Angiospermes. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 7<sup>e</sup> série, t. X.)
1889. ALMQVIST, Om Gruppen *Ligulatae* Fr. af sl. Potamogeton (*Bot. Notiser*, p. 12). — Om en egendomlig form af Potamogeton filiformis (*idem*, p. 70).
1889. PALLA, Zur Kenntniss des Gattung *Scirpus*. (*Englers Jahrb.*, Bd. 10, pp. 293-301.)
- 1889-1891. SAUVAGEAU, Contribution à l'étude du système mécanique dans la racine des plantes aquatiques. (*J. B.*, t. III, 1889, pp. 61-72 et 169-181; t. IV, 1890, p. 41; t. V, 1891, p. 33.)
1889. DANGEARD, Recherches sur le mode d'union de la tige et de la racine. (*Le Botaniste*, I. Caen.)
1889. STAES, De Waterplanten. (*Bot. Jaarboek*, Bd I, pp. 167-186.)
1889. VUILLEMIN, La micrographie et la botanique descriptive. (*Bull. de la Soc. bot. de France*, t. XXXVI.)
1889. VESQUE, De l'emploi des caractères anatomiques dans la classification des Végétaux. (*Idem*.)
1889. LIGNIER, De l'influence que la symétrie de la tige exerce sur la distribution, le parcours et les contacts de ses faisceaux libéro-ligneux.
1889. CLOS, Individualité des vaisseaux fibro-vasculaires des Plantes. (*Acad. des Sciences, Toulouse*, t. XI.)
1889. WEISNER et MOLISCH, Untersuchungen über die Gasbewegung in der Pflanze. (*Sitzungsber. Kais. Akad. Wiss.*, 98.)
1890. HARTOG, On cortical Bundles in Lecythideae and Barringtoneae. (*Ann. of Bot.*, IV, 14; 5.)
1890. FRYER, Supposed hybridity in Potamogeton. (*Jour. of Bot.*, vol. 28, pp. 173-179.)
1890. SAUVAGEAU, Observations sur la structure des feuilles des Plantes aquatiques : *Zostera*, *Posidonia*, *Cymodocea*, etc. (*J. B.*, t. IV.)
1890. VAN TIEGHEM, Péricycle et périderme. (*J. B.*, t. IV.)
1890. TRECUL, Ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les fleurs de quelques *Tragopogon* et *Scorzonera*. (*C. R. Acad. des Sc.*, t. CXI.)

1890. DOULIOT, Recherches sur la croissance terminale de la tige des Phanérogames. (*Ann. Sc. nat.*, 7<sup>e</sup> série, t. XI.)
1891. TRECUL, De la formation des faisceaux des *Aesculus* et des *Pavia* et de l'ordre d'apparition de leurs premiers vaisseaux. (*C. R. Acad. des Sc.*, t. CXII.)
1891. DOULIOT, Recherches sur la croissance terminale de la tige et de la feuille chez les Graminées. (*Ann. Sc. nat.*, 7<sup>e</sup> série, t. XIII.)
1891. SCOTT, On the origin of Polystely in Dicotyledone. (*Ann. of Bot.*, 5.)
1891. VAN TIEGHEM, Sur la structure et les affinités des Pins. (*J. B.*, t. IV, p. 284.)
1891. BORDET, Recherches anatomiques sur le genre *Carex*. (*Rev. gén. de Bot.*, 3.)
1891. BERTRAND, C.-EG., Des caractères que l'anatomie peut fournir à la classification des végétaux. (*Bull. Soc. d'Hist. nat. d'Autun*, t. IV.)
1891. LESAGE, Sur la différenciation du liber dans la racine. (*C. R. Acad. des Sc.*, p. 144.)
1891. FRYER, On a new British Potamogeton of the ritiens group. (*Journ. of Bot.*, vol. 29, pp. 289-292.)
1891. VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*. Paris, 2<sup>e</sup> édition.
1891. SAUVAGEAU, Sur la tige des *Zostera*. (*J. B.*, t. V, pp. 35-45 et 59-68.)
1891. SAUVAGEAU, Sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques. (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 7<sup>e</sup> série, t. XIII, pp. 103-296.)
1891. STRASBURGER, *Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in der Pflanzen*. Iéna.
1892. SCHUMANN, *Morphologische Studien*, Heft IX. Leipzig.
1892. BRIQUET, Sur quelques points de l'anatomie des Crucifères et des Dicotylées en général. (*Estratto dagli Atti del Congresso Botanico Internazionale*.)
1892. CHODAT et BALICKA-IWANOWSKA, La feuille des Iridées : Essai d'Anatomie systématique. (*J. B.*, 16 juin et 16 juillet.)
1892. DANGEARD, Recherches sur les plantules des Conifères. (*Le Botaniste*, 3.)
1893. HENSLOW, A Theoretical Origin of Endogens from Exogens through Self. Adaptation to an Aquatic. (*Habit. Journ. Linn. Soc. Bot.*, vol. XXIX, pp. 485-528.)
1893. FLOT, Recherches zur la zone pérимédullaire de la tige. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 7<sup>e</sup> série, t. XVIII.)
1893. RAUNKIAER, Vegetationsorganernes Morphologi og Biologi hos de danske Cyperaceer. (*Bot. Tides*, 18, XIX-XXII.)

1893. MANGIN. Sur les composés pectiques dans les diaphragmes des Plantes aquatiques. (*J. B.*, t. VII, p. 329.)
1893. DE VRIES. Sur le dédoublement des *Phyllopo*des. *Dodonea*.
1893. DE CANDOLLE. Contribution à l'étude du genre *Alchimilla*. (*Bull. Herbar Boissier*, vol. I, 10.)
1894. ROZE. Recherches sur les *Ruppia*. (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XLI, pp. 466-480.)
1894. DIDRICHSEN. Om *Cyperace*ernes Kun. Forelbig Meddelelse. (*Bot. Tidsskrift*, Bd. 19, pp. 1-6.)
1894. FRYER. *Potamogeton polygonifolius* v. *Pseudofluitans*. (*Journ. of Bot.*, vol. 32, pp. 97-100.)
1894. POIRAULT. Recherches sur les Cryptogames vasculaires. (*Thèse Fac. des Sc. Paris*.)
1894. MASSART. La récapitulation et l'innovation en embryologie végétale. (*Bull. Soc. roy. Bot. de Belg.*, t. XXXIII.)
1894. BOODLE and WORSDELL. On the comparative anatomy of the Cassuarinae. (*Annals of Bot.*, X, 31.)
1894. SCHILLING. Anatomisch-biologische Untersuchungen über die Schleim-bildung des Wasserpflanzen. (*Flora*, Bd. LXXVIII, pp. 280-360.)
1894. SAUVAGEAU. Notes biologiques sur les *Potamogeton*. (*J. B.*, t. VIII.)
1894. QUEVA. Recherches sur l'appareil végétatif des Taccacées et Dioscorées. (*Mém. de la Soc. des Sc. de Lille*.)
1895. FRYER. *Potamogeton Bennettii*. (*Journ. of Bot.*, vol. 33, p. 1.)
1895. RIKLI. Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Cyperaceen mit besonderer Berücksichtigung der inneren Parenchym-scheide. Prings, (*Jahrb. wiss. Bot.*, XXVII, p. 485.)
- 1895-1899. RAUNKIAER. *Danske Blomsterplanter*. Kopenh.
1895. STRASBURGER, NOLL, SCHENCK et SCHIMPER. *Lehrbuch der Botanik*. Iéna.
1895. CHAUVEAUD. Sur le développement du faisceau libérien de la racine des Graminées. (*Bull. Mus. d'Hist. nat.*, t. I.)
1895. CHAUVEAUD. Sur le mode de formation des faisceaux libériens de la racine des Cypéracées. (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XLII.)
1895. CHAUVEAUD. Sur le développement des tubes criblés chez les Angiospermes. (*C. R. Acad. des Sc.*, t. CXX.)
1895. DE CANDOLLE. Nouvelles considérations sur la Phyllotaxie. (*Arch. Sc. phys. et nat.*, 3<sup>e</sup> pér., t. XXXIII.)
1896. CHAUVEAUD. Recherches sur le mode de formation des tubes criblés dans la racine des Monocotylédones. (*Ann. Sc. nat.*, 8<sup>e</sup> série, t. IV.)

1896. HOLM, Studies in the Cyperaceae. (*Am. Journ. of Sc.*)
1896. PARMENTIER, Du rôle de l'anatomie pour la distinction des espèces critiques ou litigieuses. (*Ann. Sc. nat.*, 8<sup>e</sup> série, t. II, p. 287.)
1896. BENNETT, Fortschritte des Schweizerischen Floristik. Potamogeton. (*Ber. d. Schweiz. bot. Gesellsch.*, Heft VI, pp. 94-99.)
1896. HOCHREUTINER, Études sur les Phanérogames aquatiques du Rhône et du port de Genève. (*Rev. gén. de Bot.*, t. VIII.)
1896. BELLI, Endoderma e periciclo nel *G. Trifolium* in rapporto colla teoria della stelia di Van Tieghem e Douliot. (*Memorie della Reale Acc. delle Sc. di Torino*, serie seconda, t. XLVI.)
1896. LIGNIER, Explication de la fleur des Fumiaracées d'après son anatomie. (*C. R. Acad. des Sc.*, mars.)
1896. GWINNE-VAUGHAN, A new Case of Polystely in Dicotyledons. (*Ann. of Bot.*, vol. 10.)
1896. GWINNE-VAUGHAN, The Arrangement of the vascular bundles in certain Nympheaceae. (*Idem.*)
1897. GWINNE-VAUGHAN, On Polystely in the Genus *Primula*. (*Idem*, vol. 11.)
1897. BARANETZKI, Sur le développement des points végétatifs des tiges chez les Monocotylédones. (*Ann. Sc. nat.*, 8<sup>e</sup> sér., t. III.)
1897. GRELOT, Recherches sur le système libéro-ligneux floral. (*Idem*, 8<sup>e</sup> série, t. V.)
1897. TYLER, The nature and the origin of stipule. (*Ann. of the N.-Y. Acad. Sc.*, X, 99, t. 1-3.)
1897. WORSDELL, On the Origin of Transfusion tissue in the Leaves of Gymnospermous plants. (*Journ. of the Linnean Soc.*, vol. XXXIII.)
1897. CAMPBELL, A Morphological Study of *Naias* and *Zanichellia*. (*Proc. Cal. Acad. Sc.*, série III.)
1897. JEFFREY, The Morphology of the central cylinder in vascular plants. (*Report British Association*, Toronto.)
1897. LEGER, Sur la différenciation et le développement des éléments libériens. (*C. R. Acad. des Sc.*, t. CXXV.)
1897. LEGER, Origine et caractères généraux des éléments libériens. (*Mém. Soc. Linn. Normandie*, t. XIX.)
1897. CHAUXEAUD, Sur le développement des tubes criblés primaires. (*C. R. Acad. des Sc.*, t. CXXV.)
1897. QUEVA, Sur un cas d'accroissement secondaire dans les faisceaux primaires d'une plante monocotylée. (*A. F. A. S., Comptes rendus.*)
1897. QUEVA, Anatomie des tubercules des Uvulariées. (*A. F. A. S., Comptes rendus.*)

1898. GRAVIS, Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia Virginica* L. (Extrait des *Mém. cour. et des Mém. des Savants étrangers*, publiés par l'Acad. roy. de Belg., t. LVII.)
1898. PARMENTIER, Recherches anatomiques et taxinomiques sur les Rosiers. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 8<sup>e</sup> série, t. III.)
1898. CRÉPIN, L'anatomie appliquée à la classification. (*Bull. Soc. roy. bot. Belg.*, t. XXXVII.)
- 1898-1915. FRYER, BENNETT and EVANS, *The Potamogetons (Pont Weeds) of the British Isles*. London.
1898. CRÉPIN, Les idées d'un anatomiste sur les espèces du genre *Rosa* et sur leur classification. (*Bull. Soc. roy. bot. Belg.*, t. XXXVII.)
1898. DE JANCZEWSKI, Études morphologiques sur le genre *Anémone*. (*Rev. gén. Bot.*, X, p. 433.)
1898. STRASBURGER, NOLL, SCHENCK und SCHIMPER, *Lehrbuch der Botanik*, 3<sup>e</sup> Auflage. Jéna.
1898. VAN TIEGHEM, *Eléments de Botanique*, 3<sup>e</sup> édition. Paris.
1899. JEFFREY, The Morphology of the central cylinder in the Angiosperms. (*Trans. of the Canad. Inst.*, 6.)
1899. PITARD, *Recherches sur l'anatomie comparée des pédicelles floraux et fructifères*. Bordeaux.
1899. WEINROWSKY, Untersuchungen über die Scheitelöffnungen bei Wasserpflanzen, Fünftücks. (*Beitr. z. Wissensch. Bot.*, 205.)
1900. GRAVIS et DONCEEL, Anatomie comparée du *Chlorophytum elatum* (Ait) et du *Tradescantia virginica* L. (*Mém. Soc. roy. Sc. de Liège*, 3<sup>e</sup> série, t. II.)
1900. LONAY, Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Structure des péricarpes et des spermodermes. (*Idem*, t. II.)
1900. BODDE, Comparative Anatomy of the Hymenophyllaceae, Schizaeaceae and Gleicheniaceae. (*Ann. of Bot.*, XIV [et suite XV, 1901].)
1900. QUEVA, Contribution à l'anatomie des Monocotylédones. (*Mém. Univ. de Lille*.)
1900. GIDON, Essai sur l'organisation générale et le développement de l'appareil conducteur dans la tige et dans la feuille des Nyctaginées. (*Mém. Soc. Linn. de Normandie*, t. XX.)
1900. FISCHER, Der Pericycl in den freien Stengelorganen. (*Pringsheim's Jahrb.*, Bd. 35.)
1900. FLOT, Sur l'origine commune des tissus dans la feuille et dans la tige des Phanérogames. (*C. R. Acad. des Sc.*, t. CXXI.)
1900. BONNIER, Sur l'ordre de formation des éléments du cylindre central de la racine et de la tige. (*Idem*, t. CXXI.)

1900. BARANETZKI, Recherches sur les faisceaux bicollatéraux. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 8<sup>e</sup> série, t. III.)
1900. SARGANT, A new type of transition from stem to root in the vascular System of Seedlings. (*Ann. of Bot.*, t. XIV.)
1901. HOLFERTY, Ovule and embryo of *Potamogeton natans*. (*Bot. Gazette*, XXXI, n<sup>o</sup> 5, 339.)
- 1901-1902. GLUCK, Die Stipulargebilde der Monokotyledonen. (*Verh. Naturhist. med. Ver. Heidelberg*.)
1901. CELAKOWSKY, Die Gliederung der Kaulom. (*Bot. Zeit.*)
1901. DECROCK, Anatomie des Primulacées. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 8<sup>e</sup> série, t. XIII.)
1901. PITARD, Recherches sur l'évolution et la valeur anatomique et taxinomique du péricycle des Angiospermes. (*Mém. Soc. phys. et nat. de Bordeaux*, 6<sup>e</sup> série, t. I.)
1901. CLARKE, *Cyperaceae chilenses*. (*Bot. Jahrb.*, t. 30, n<sup>o</sup> 2, 68.)
1901. GWINNE-VAUGHAN, Observations on the Anatomy of Solenostelic Ferns. (*Ann. of Bot.*, vol. XV.)
1901. BOODLE : 1<sup>o</sup> Comparative Anatomy of the Hymenophyllaceae, Schizlaceae and Gleicheniaceae; 2<sup>o</sup> On the Anatomy of the Schizlaceae. (*Ann. of Bot.*, vol. XV.)
1901. FAULL, The Anatomy of the Osmundaceae. (*Bot. Gazette*.)
- 1901-1924. BONNIER et LECLERC DU SABLON, *Cours de Botanique*.
1902. BREBNER, On the Anatomy of *Danaea* and other Marattiaceae. (*Ann. of Bot.*, vol. XVI.)
1902. WORSDELL, The nature of the vascular System in Stem of certain Dicotyledones orders. (*Idem*, vol. XVI.)
1902. WORSDELL, The evolution of the vascular tissue of plants. (*Bot. Gazette*, vol. XXXIV.)
1902. JEFFREY, The structure and development of the Stem in the Pteridophyte and Gymnosperms. (*Philosophical Trans. of the Roy. Soc. of London*, vol. 190.)
1902. BERTRAND et CORNEILLE, Études sur quelques caractéristiques de la structure des Filicinées actuelles. La masse libéroligneuse élémentaire des Filicinées actuelles et ses principaux modes d'agencement dans la fronde. (*Mém. Univ. de Lille*, t. X.)
1902. TANSLEY and LULHAM, On a new type of Fern stele, and its probable phylogenetic relations. (*Ann. of Bot.*, vol. XVI.)
1902. FARMER, BRETLAND, HILL, On the arrangement and structure of the vascular strands in *Angiopteris evecta* and some other Marattiaceae. (*Idem*, vol. XVI.)
1902. CHIFFLOT, Contribution à l'étude de la classe des *Nymphaeées*. (*Ann. Univ. de Lyon*, I, 10.)

1902. BECCARINI, Appunti sulla anatomia delle Epacridee. (*Nuovo Giornale bot. italiano*, IX, n° 1.)
1902. BERTRAND, C.-Eg. et CORNAILLE, Étude sur quelques caractéristiques de la structure des Filicinées actuelles. (*Travaux et Mém. de l'Univ. de Lille*, t. X, n° 29.)
1902. CHAUEAUD, Développement des éléments précurseurs des tubes criblés dans le *Thuia orientalis*. (*Bull. Muséum*, n° 6, p. 447.)
1902. CHAUEAUD, De l'existence d'éléments précurseurs des tubes criblés. (*C. R. Acad. des Sc.*, 30 janvier.)
1902. SCHOUTE, Die Stelär-theorie. (*Inaugural dissert.* Groningen.)
1903. CHAUEAUD, L'appareil sécréteur de l'If (*Taxus*). (*Bull. Mus. d'Hist. nat.*)
1903. SARGANT, A theory of the origin of Monocotyledons, founded on the structure of their Seedlings. (*Ann. of Bot.*, vol. XVII.)
1903. POTODIE, *Ein Blick in die Geschichte der botanischen Morphologie und die Pericaulon-Theorie*. Iéna, Fischer.
1903. BOODLE, Comparative Anatomy of the Hymenophyllaceae. Schizeaceae and Gleicheniaceae. (*Ann. of Bot.*, vol. XVII.)
1903. GWINNE-VAUGHAN, Observations on the Anatomy of Solenostelic Ferns. (*Idem*, vol. XVII.)
1903. SEWARD and SIBILLE, The anatomy of Todea with notes on the geological history and affinities of the Osmundaceae. (*Trans. Linn. Soc. London*, t. VI.)
1903. BOUYGUES, Sur l'interprétation anatomique de certaines régions homologues de l'individu végétal. (*Act. Soc. Linn. Bordeaux*, 6<sup>e</sup> série, t. VII.)
1903. RAUNKIAER, Anatomical Potamogetons Studies and Potamogetons fluitans. (*Bot. Tidsskrift*, vol. 25, pp. 253-280.)
1903. DUBARD, Recherches sur les plantes à bourgeons radicaux. (*Ann. Sc. nat.*, 8<sup>e</sup> série, vol. XVII.)
1903. CHAUEAUD, Développement des tubes précurseurs et des premiers tubes criblés dans l'*Ephedra altissima*. (*Bull. Mus.*, 2.)
1903. BRUNTZ, Les théories morphologiques concernant la structure primaire de la tige des Phanérogames. (*Bull. Soc. Sc. Nancy*, III, t. IV.)
1903. LIGNIER, Equisétales et Sphénophyllades; leur origine filicinéenne commune. (*Bull. Soc. Linn. Normandie*, série V, vol. 7.)
1903. COULTER, The Phylogeny of Angiosperms. (*Decennial Publ. of the Univ. of Chicago*, X.)
1904. TANSLEY and THOMAS, Root structure in the central cylinder of the Hypocotyl. (*New Phytologist*, vol. III.)

1904. CHRYSLER, MINTIN and ASHBURG, The development of the central cylinder of Liliaceae and Araceae. (*Bot. Gazette*, 161.)
1904. MATTE, Recherches sur l'appareil libéro-ligneux des Cycadacées. (*Mém. Soc. Linn. Normandie*, série VI.)
1904. COL, Recherches sur la disposition des faisceaux dans la tige et dans les feuilles de quelques Dicotylédones. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 8<sup>e</sup> série, t. XX.)
1904. LYON, *The embryogeny of Ginkgo*.
1904. PIROTTA, Ricerche ed osservazioni intorno alla origine ed alla differenziazione degli elementi vascolari primari nella radice delle Monocotyledoni. (*Ann. di Bot.*, vol. I.)
1904. RICOME, Passage de la racine à la tige chez l'Auricule. (*C. R. Acad. des Sc.*)
1904. HABERLANDT, *Physiologische Pflanzenanatomie*.
1905. TANSLEY and LULHAM, A Study of the vascular System of *Matonia pectinata*. (*Ann. of Bot.*, vol. XIX, p. 475.)
1905. CHANDLER, On the arrangement of the vascular strands in the Seedlings of certain Leptosporangiate Ferns. (*Idem*, vol. XIX, p. 365.)
1905. VAN TIEGHEM, Sur les diverses sortes de méristèles corticales de la tige. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 9<sup>e</sup> série, t. I, p. 34.)
1905. VAN TIEGHEM, Sur la stèle ailée de quelques Légumineuses. (*Journ. de Bot.*, 19<sup>e</sup> année, p. 185.)
1906. VAN TIEGHEM, *Éléments de Botanique*, 4<sup>e</sup> édit., vol. I, p. 181. Masson, Paris.
1906. HILL, On the Seedling Structure of certain Piperales. (*Ann. of Bot.*, vol. XX, p. 161.)
1906. HILL and DE FRAINE, On the Seedling Structure of certain Centrospermae. (*Rept. Brit. Assoc. York*, p. 760.)
1906. PLOWMAN, The comparative Anatomy and Phylogeny of the Cyperaceae. (*Ann. of Bot.*, vol. XX, n<sup>o</sup> LXXVII.)
1906. GLUCK, *Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser und Sumpfgewächse*, zweiter Teil, pp. 136-168.
1906. GENEAU DE LAMARLIÈRE, Sur les membranes cutinisées des Plantes aquatiques. (*Revue gén. de Bot.*, t. XVIII, pp. 289-295.)
1906. CHIFFLOT, Anatomie comparée des *Barclaya longifolia* Wall et *Barclaya Mottleyi* J. D. Hook. (*Bull. Soc. Sc. nat. Saône-et-Loire*, sept.-oct. 1906.)
1907. CHRYSLER, The structure and relation. Ships of the Potamogetonaceae and allied Families. (*Bot. Gazette*, vol. XLIV, pp. 161-188.)
1907. FISCHER, Die bayerischen Potamogetonen und Zanichellien. (*Ber. der Bayer. Bot. Gesells.*, München, Bd. XI, pp. 20-162.)

1907. ASCHERSON and GRAEBNER, *Potamogetonaceae in das Pflanzenreich*, IV, II. Leipzig.
1907. BERNARD, Le bois centripète dans les écailles et les bractées des Conifères. (*Beit. z. Bot. Cbl.*, t. XXII, p. 211.)
1907. SPRECHER, Le *Ginkgo biloba*. (*Tr. Inst. bot. Genève*, série VII, fasc. X.)
1907. GRAVIS et CONSTANTINESCO, Contribution à l'Anatomie des Amarantacées. (*Arch. Ins. Bot.*, Liège, vol. IV.)
1907. QUEVA, Contribution à l'anatomie des Monocotylédones. (*Beih. z. bot. Centralbl.*, Bd. XXII., Abt. II.)
1907. WHITE, On polystely in roots of Orchidaceae. (*Univ. of Toronto Studies. Biological Series*, 6, p. 1.)
1908. OSTENFELD, On the Ecology and Distribution of the Grass-Wrack (*Zostera marina*) in danish Waters. (*Report of the Danish biological Station of the Board of Agriculture*.)
1908. BÉGUINOT, Il nanismo nel genere *Plantago* e le sue cause. (*Nuovo Giornale Botanico Italiano*, vol. 15, Firenze, p. 205.)
1908. SIKES, The Anatomy and Morphology of *Tmesipteris*. (*Ann. of Bot.*, vol. XXII, p. 63.)
1908. MATTE, Sur le développement morphologique et anatomique de germination de Cycadées. (*Mém. Soc. Linn. de Normandie*, série XXIII.)
1908. BOWER, *The origin of a Land Flora. A theory based upon the facts of alternation*. London.
1908. CHODAT, Les Ptéridopsidés des temps paléozoïques. (*Arch. Sc. phys. et nat.*, 4<sup>e</sup> période, t. XXVI. Genève.)
1909. THODAY and SYKERS, Preliminary Observations on the Transpiration Current in Submerged Water-plants. (*Ann. Bot.*, vol. XXIII, pp. 635-637.)
1909. LOTSY, *Vortrage über Botanische Stammesgeschichte*, 2<sup>e</sup> Band, p. 28. Iéna.
1909. BRANDZA, Recherches anatomiques sur la germination des Hipéricacées et des Guttifères. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 9<sup>e</sup> série, t. VIII.)
1909. QUEVA, *Monotropa hypopitys* L. *Anatomie et Biologie*. Autun.
1910. WEST, A Further Contribution to a Comparative Study of the dominant Phanérogame and Higher Cryptogamic Flora of aquatic Habit in Scottish Lakes. (*Proc. Roy. Soc. Edinb.*, vol. XXX, pp. 65-181.)
1910. COULTER, BARNES and COWLES, *Textbook of Botany*. New-York.
1911. CHAUVEAUD, L'appareil conducteur des Plantes vasculaires et les phases principales de son évolution. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 9<sup>e</sup> série, t. XIII.)

1911. GLUCK, *Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse*. Dritter Teil.
1912. SCHOUTE, Ueber das Dickenwachstum der Palmen. (*Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg*, 2<sup>e</sup> série, vol. XI.)
1912. LE BLANC, Sur les diaphragmes des canaux aérifères des Plantes. (*Rev. gén. de Bot.*, 24.)
1913. USPENKIJ, Zur Phylogenie und Ekologie der Gattung *Potamogeton* I. Luft, Schwimm und Wasserblätter von *Potamogeton perfoliatus* L. (*Bull. Nat. de Moscou*, N. G., vol. 27, pp. 253-262.)
1914. ESENBECK, Beiträge zur Biologie des Gattungen *Potamogeton* und *Scirpus*. (*Flora N. F.*, Bd. 7, pp. 151-212.)
1914. OSBORN, *Botany and Plant Bathology*. Reprinted from *Handbook of South Australia*. Brit. Assoc. Visit. Adélaïde.
1914. SNOW, Contributions to the Knowledge of the diaphragms of Water Plants. I. *Scirpus validus*. (*Bot. Fag.*, v. 58, pp. 495-517.)
1915. DANIEL, Influence du mode de vie sur la structure secondaire des Dicotylédones. (*Thèse Fac. des Sc. Paris*. Rennes.)
1917. CHODAT, *La Biologie des Plantes*. Vol. I: *Les Plantes aquatiques*.
1917. HAUMAN et VANDERVEKEN, Catalogue des Phanérogames de l'Argentine. (*Ann. del Museo Nac. Buenos-Aires*, XXIX.)
1919. ENGLER und GILG, *Syllabus der Pflanzenfamilien*. Berlin.
1919. GRAVIS, Connexions anatomiques de la tige et de la racine. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belg.* [Classe des Sciences], n° 4.)
1919. SAUVAGEAU, Les Monocotylédones et les Dicotylédones possèdent le même type vasculaire. (*Bull. Soc. bot. de France*, t. 66 [8-9].)
1919. ARBER, On Atavism and the Law of Irreversibility. (*Amer. Journ. of Sc.*, vol. XLVIII, p. 27.)
1919. ARBER, The « Law of Loss » in Evolution. (*Proc. Linn. Soc.*, Session 131, p. 70.)
1920. ARBER, *Water Plants*. Cambridge.
1920. GRAVIS, Structure de l'Hypocotyle. (*A. F. A. S.*, C. R. Strasbourg.)
1921. CHAUVEAUD, *La Constitution des Plantes vasculaires révélée par leur Ontogénie*. Paris, Payot.
1921. DAUPHINE, Production expérimentale de l'accélération dans l'évolution de l'appareil conducteurs. (*C. R. Acad. des Sc. Paris*, 28 nov. 1921.)
1921. BUGNON, *Bull. Soc. bot. de France*, t. LXVIII.
1922. DAUPHINE, L'unité de plan morphologique et structural dans les Plantes vasculaires. (*Revue scientif.*, 23 déc. 1922.)

1922. BECQUEREL, La découverte de la Phyllorhize. (*Rev. gén. des Sc.*)
1922. DE BRUYNE, Idioblastes et diaphragmes des Nymphéacées. (*C. R. Acad. des Sc.*, vol. CLXXV.)
1922. HAGA, Ueber den Bau der Leitungsbahnen im Knoten der Monokotylen. (*Recueil des Tr. bot. Néerl.*, vol. XIX, livre 2.)
1922. SCHÖNLAND, Introduction to the South African Cyperaceae. (*Bot. Survey South Afr. Mém.* 3, p. 63.)
1923. ALLORGES et DENIS, Une Excursion phytosociologique aux Lacs de Biscarosse (Landes). (*Bull. Soc. bot. de France*, t. 70, 4<sup>e</sup> série, t. 23.)
1923. DAUPHINE, Sur la présence de vaisseaux primaires superposés et centrifuges dans la racine. (*Idem*, t. 70.)
1924. BOUVRAIN, Sur l'accélération basifuge du développement vasculaire dans l'*Helianthus annuus*. (*Idem*, t. 71.)
1925. MONOYER, Contribution à l'Anatomie des Palmiers. (*A. F. A. S., C. R.*, 48<sup>e</sup> session.)
1925. MONOYER, Anatomie du *Cocos botryophora* Mart. (*Mém. de l'Acad. roy. de Belg.* [Classe des Sciences], in-8°, t. VIII.)
1925. BOUILLENE, Les racines-échasses de *Iriartea exorrhiza* Mart. (Palmiers) et de *Pandanus* Div. sp. (Pandanaées). (*Mém. de l'Acad. roy. de Belg.* [Classe des Sciences], in-8°, t. VIII.)
1925. EKLUND, Bladbärande *Scirpus lacustris* L. (*Meddel. Soc. pro Fauna et Flora Fenn.*, vol. XLIX, p. 221.)
1925. CHERMEZON, Sur *Bulbostylis heterostachya*. (*Bull. Soc. bot. de France*, t. LXXII.)
1925. ARBER, *Monocotyledons*. Cambridge at the University Press.
1925. PFEIFFER, Vorarbeiten zur systematischen Monographie der *Cyperaceae-Mapanieae*. (*Bot. Arch.*, XII.)
1927. PFEIFFER, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Cyperaceen. (*Beih. Bot. Centralbl.*, Abt. I, XLIV, p. 90.)
1927. ANKERMANN, Die Phylogenie der Monocotyledonen. (*Bot. Arch.; Zeitschr. für die gesamte Botanik*, Bd. 19, H. 1-2.)
1927. TRONCHET, La morphogenèse de l'appareil conducteur chez les Phanérogames. (*Bull. Soc. roy. bot. Belg.*, t. LIX, fasc. 2.)
1928. CHERMEZON, Sur les feuilles ensiformes de quelques Cypéacées. (*C. R. Acad. des Sc.*, t. CLXXXVI, p. 967.)
1928. HICKS, Chromosome Studies in the Cyperaceae with special reference to *Scirpus*. (*Bot. Gaz.*, vol. LXXXVI, pp. 295-317.)
1928. MONOYER, A., Contribution à l'Anatomie et à l'Éthologie des Monocotylées aquatiques. (*Mém. couronné de l'Acad. roy. de Belg.* [Classe des Sciences], in-8°, t. X.)
1928. BAVROS, Cyperaceas Argentinas. (*An. del Museo Nac. de Hist. Nat. Buenos-Aires*, t. XXXIV.)

1929. MONOYER, A., Anatomie comparée du *Scirpus sylvaticus* L. et du *S. lacustris* L. Son importance au point de vue Lamarckien. (*Soc. roy. bot. de Belg.*, t. LXI, fasc. 2.)
1929. HICKS, *Cytological Studies in Cyperus, Eleocharis, etc...*
1929. GUICHARD, Recherches d'ontogénie morphologique et anatomique sur la feuille des Cypéracées. (*Revue bretonne de Bot.*)
1929. CHERMEZON, Sur quelques *Scirpus* à épillets basicaules chez *S. Perrieri*, etc. (*Arch de Bot.*, 3, 12.)
1929. SVENSON, Monographic Studies in the genus *Eleocharis*. (*Rhodora*, 31.)
1929. GRAVIS, Quelques considérations sur les plantes aphylls. (*A. F. A. S., C. R.*, 53<sup>e</sup> session.)
1929. MONOYER, A., Structure des faisceaux pétiolaires du *Raphia*. (*A. F. A. S., C. R.*, 53<sup>e</sup> session.)
1930. GRAVIS, Observations anatomiques et éthologiques sur *Genista radiata* Scop. (*Bull. Soc. roy. bot. de Belg.*, 2<sup>e</sup> série, t. XII, fasc. 2.)
1930. BOUYGHES, A propos de la notion du cylindre central. (*Procès-verbaux de la Soc. Linn. de Bordeaux*, 17 juillet 1929.)
1930. LEANDRI, Recherches anatomiques sur les Thymélacées. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, t. XII.)
1931. CHERMEZON, *Synopsis des Cypéracées de Madagascar*. Tananarive. G. Pitot, édit.
1931. STANDLEY, The Cyperaceae of central America. (*Chicago Field Mus. of Nat. Hist. Bot.*, VIII.)
1931. BECHERER, Notes critiques sur *Scirpus holoschaenus* L. (*Candollea*, IV, p. 130.)
1931. BUGNON, Plantule anormale de Tilleul. (*Bull. scient. de Bourgogne*, t. I.)
1931. BUGNON, Sur le passage effectif de l'état dicotylédone à l'état monocotylédone par hétérocotylie. (*Idem*, t. I.)
1931. LECLERCQ, S., Sur l'Évolution des Etipteris. (*Ann. Soc. de Géol. de Belg.*, t. IV, n<sup>o</sup> 2.)
1931. LECLERCQ, S., Quelques faits paléontologiques montrant la concentration centripète de formes jadis cosmopolites. (*Idem*, t. LV, n<sup>o</sup> 9.)
1932. GRAVIS, A., Contribution à l'étude des variations. Nanisme et pédocarpisme du *Plantago Coronopus* L. (*Bull. biolog. de France et de Belgique*, suppl. XIV.)
1932. LECLERCQ, S., Recherches sur les Etipteris, en particulier sur *Etipteris Scottii* P. Bert. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belg.* [Classe des Sciences], 5<sup>e</sup> série, t. XVIII, n<sup>o</sup> 1.)
1932. LECLERCQ, S., Sur l'interprétation du mode de ramification de certaines Zygotéridées. (*Ann. de la Soc. de Géol. de Belg.*, t. LV, n<sup>o</sup> 10.)
-

# TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                                                                            | Pages. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| INTRODUCTION . . . . .                                                                                                                     | 3      |
| HISTORIQUE. . . . .                                                                                                                        | 12     |
| MATÉRIEL. . . . .                                                                                                                          | 18     |
| CHAPITRE I. — <i>Scirpus sylvaticus</i> L. . . . .                                                                                         | 23     |
| CHAPITRE II. — <i>Scirpus maritimus</i> L. . . . .                                                                                         | 32     |
| CHAPITRE III. — <i>Scirpus compressus</i> Pers. . . . .                                                                                    | 35     |
| CHAPITRE IV. — <i>Scirpus lacustris</i> L. . . . .                                                                                         | 38     |
| CHAPITRE V. — <i>Scirpus triqueter</i> L. . . . .                                                                                          | 54     |
| CHAPITRE VI. — <i>Scirpus pungens</i> Vahl. . . . .                                                                                        | 58     |
| CHAPITRE VII. — <i>Scirpus mucronatus</i> L. . . . .                                                                                       | 60     |
| CHAPITRE VIII. — <i>Scirpus caespitosus</i> L. . . . .                                                                                     | 64     |
| CHAPITRE IX. — <i>Scirpus alpinus</i> Schleich. . . . .                                                                                    | 71     |
| CHAPITRE X. — <i>Scirpus pauciflorus</i> Lightf. . . . .                                                                                   | 73     |
| CHAPITRE XI. — <i>Scirpus holoschoenus</i> L. . . . .                                                                                      | 75     |
| CHAPITRE XII. — <i>Scirpus setaceus</i> L. . . . .                                                                                         | 78     |
| CHAPITRE XIII. — <i>Scirpus supinus</i> L. . . . .                                                                                         | 80     |
| CHAPITRE XIV. — <i>Scirpus fluitans</i> L. . . . .                                                                                         | 82     |
| CHAPITRE XV. — <i>Scirpus tenuissimus</i> Böck. . . . .                                                                                    | 85     |
| CHAPITRE XVI. — <i>Scirpus spadiceus</i> Desv. Böck. . . . .                                                                               | 86     |
| CHAPITRE XVII. — <i>Scirpus Cubensis</i> Kunth. . . . .                                                                                    | 88     |
| CHAPITRE XVIII. — <i>Scirpus giganteus</i> Kunth. . . . .                                                                                  | 90     |
| CONCLUSIONS. — I. Les faisceaux acrolisés . . . . .                                                                                        | 93     |
| II. La hampe-cladode . . . . .                                                                                                             | 95     |
| III. Des différents types de structure anatomi-<br>que et de leurs rapports avec les sections<br>établies par les systématiciens . . . . . | 97     |
| IV. L'évolution des <i>Scirpus</i> . . . . .                                                                                               | 102    |
| EXPLICATION DES PLANCHES. . . . .                                                                                                          | 115    |
| BIBLIOGRAPHIE. . . . .                                                                                                                     | 161    |







## NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LES PHÉNOMÈNES DE NÉOFORMATION

CHEZ *Begonia rex* Putz,

par R. BOUILLENNE et P. PRÉVOST.

Nous avons évité d'utiliser le mot régénération habituellement employé pour désigner les phénomènes dont nous nous occupons ici. Le terme régénération en effet confond différents points de vue : 1) la reconstitution d'organes blessés ou lésés (queue de Triton), ce qui est une régénération au sens propre du mot ; 2) le réveil végétatif et le développement de bourgeons et de racines préexistant à toute expérimentation, sous forme de germes latents, que différents auteurs (Loeb notamment) ont erronément appelés régénérations ; 3) l'initiation de méristèmes de tiges et de racines à partir de cellules déjà différenciées, c'est-à-dire : dédifférenciation, reprise d'activités mitotiques et orientation de celles-ci vers la formation de nouveaux organes, bourgeons et racines. Nous emploierons dans ce dernier cas le terme « néoformation ».

Nous avons à distinguer deux aspects dans les phénomènes de néoformation : 1) l'étude des facteurs qui provoquent la dédifférenciation et la reprise des activités mitotiques ; 2) l'étude des facteurs qui orientent les divisions vers la constitution de méristèmes de tiges et de racines.

Le premier point de vue a été abondamment étudié surtout dans les recherches sur les phénomènes de cicatrisation et sur le développement des œufs. Il sort du cadre des recherches expérimentales que nous nous sommes tracées.

Le deuxième point de vue nous intéresse directement. Nous avons pris comme matériel les feuilles de *Begonia rex* Putz., bien connues pour la facilité avec laquelle elles produisent des boutures.

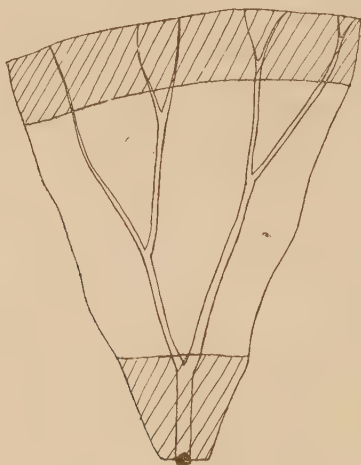
Des recherches de deux ans nous amènent à confirmer un certain nombre de résultats anatomiques obtenus par divers auteurs. (Hofmeister 1868, Sach 1874, Regel 1876, Vochting 1878, Hansen 1881, Beyerinck 1882, Hartsema 1926) et nous permettent d'aborder le problème au point de vue physiologique.

1) Une feuille entière de *Bégonia* détachée de la plante et déposée sur de la cendrée produit des néoformations toujours à l'extrémité basale, au niveau de la coupure ou bien encore à l'endroit du pétiole où viennent s'anastomoser les nervures principales du limbe. Quand il s'agit, non d'une feuille entière mais de frag-

ments de feuilles, quelles qu'en soient la grandeur, la forme, la nature morphologique (morceaux de limbe ou de nervure isolée du limbe), les boutures apparaissent de même à l'extrémité basale du fragment et toujours sur une nervure. Ces boutures sont constituées de méristèmes de tiges et de racines, côte à côte, n'ayant pas la même origine histologique (tiges venant des assises épidermiques, racines venant du péricycle des nervures).

2) Cette localisation méristématique que certains appelleraient polarité, est indépendante de la pesanteur et ne subit pas l'action de la loi des masses de Lœb.

L'apparition de ces néoformations si bien localisées dépend net-



Les parties hachurées indiquent les languettes que l'on enlève pour faire soit un dosage de sucres, soit une mesure de poids sec.

tement de l'interruption de la circulation des substances plasmatiques dans le phloème (liber) des nervures.

Il ne s'agit pas ici de réactions de blessures (hormones de cicatrisation de Haberlandt). Si dans une feuille isolée de la plante on crée des blessures quelconques, superficielles ou profondes, qui n'empêchent point la circulation libérienne, par exemple des blessures du limbe, des blessures superficielles des nervures principales, des blessures profondes mais longitudinales dans les nervures principales, on ne constate aucune néoformation. Si au contraire la nervure est coupée transversalement, la circulation est bloquée et il y a néoformation à l'endroit d'accumulation des substances plasmatiques. Celles-ci doivent donc contenir des éléments indispensables aux néoformations, à moins que les cellules ne subissent, à cause de la coupure un choc métabolique intensifiant les phénomènes de nutrition, respiration, fermentation, et provoquant de ce chef une activation de certaines cellules. Cependant, dans ce dernier cas, il faudrait admettre que le choc

métabolique a aussi pour résultat d'orienter les différenciations cellulaires vers la constitution de méristèmes de tiges et de racines.

Ces deux hypothèses peuvent s'éclairer de l'étude du métabolisme aux deux extrémités de feuilles ou de fragments de feuilles, comparant ainsi les endroits où les néoformations apparaissent avec ceux où elles ne se forment pas.

1) *Sucres*. — On découpe, toujours au même moment de la journée, une surface comparable aux deux extrémités de fragments de feuilles et on y dose les sucres totaux par le procédé microcolorimétrique de Folin et Wu appliqué à l'extrait hydrolysé et déféqué. On répète la même opération de jour en jour, jusqu'au moment de l'apparition des boutures. Si au début de l'expérience, la quantité des sucres totaux est plus forte à l'extrémité proximale — c'est-à-dire celle où se montrent les néoformations — qu'à l'extrémité distale (ce qui est chose normale et qui a déjà été signalée par l'un de nous [Bouillenne et Belcheva, 1932 (1\*)] ; après quelques jours, cette dernière contient plus de sucres que l'extrémité proximale. Il y a donc eu consommation considérable en sucres à l'extrémité proximale, ce qui indique évidemment un métabolisme plus intense.

2) *Intensités respiratoires*. — Les deux extrémités de fragments de feuilles sont introduites chacune dans une chambre hermétique munie de robinets. L'étanchéité parfaite de la chambre respiratoire ainsi créée est maintenue par des lames de feutre et un enduit extérieur de plastaline ou de plâtre. Tout l'appareil est placé dans un thermostat électrique réglé au 100° de degré. Les analyses des gaz sont effectués au Laulanié-Plantefol.

Cette technique a été extrêmement délicate à mettre au point, c'est pourquoi nous ne possédons pas encore un assez grand nombre de résultats pour certifier qu'il n'y a pas de différence ou bien qu'il y en a dans les intensités respiratoires aux deux extrémités. Nous pouvons uniquement dire que, de part et d'autre, les quotients respiratoires sont anormalement bas, de 0,24 à 0,57, indiquant soit que des graisses sont consommées, soit que d'autres phénomènes de fermentation interviennent.

3) *Imbibition aux deux extrémités*. — Nous avons constaté d'une manière régulière que la teneur en eau est plus considérable à l'extrémité proximale qu'à l'extrémité distale. Lorsque, expérimentalement, on imbibe les tissus des extrémités distales, ceux-ci deviennent capables de produire des néoformations, mais ce qui est extrêmement curieux c'est que seuls des bourgeons apparaissent. Le rôle de l'eau et de divers autres facteurs dans la néoformation des bourgeons sera traité dans une prochaine note. Nous retenons d'expériences analogues qu'il existe des conditions

(1\*) Bouillenne et Belcheva. *C. R. de la Soc. de biol.*, 1932, t. 109, p. 575.

particulières différentes pour la production des bourgeons et des racines.

Nous nous occuperons ici de la néoformation des racines. Celle-ci est liée directement à l'accumulation des substances plasmiques qui contiennent, grosso-modo, des hydrates de carbone et un grand nombre de substances complexes. Dans une note citée plus haut (Bouillenne et Beltcheva, 1932) nous avons expliqué que les hydrates de carbone jouaient un certain rôle dans le phénomène de néoformation radiculaire chez *Cacalia articulata*, mais qu'il était bien probable qu'ils n'étaient pas seuls en jeu. D'autre part, dans un récent travail de Bouillenne et Went (2\*) sur *Impatiens balsamina* et *Acalypha*, on a pu constater clairement que les sucres agissent comme facteurs de nutrition permettant le développement d'organes, mais que l'initiation de ceux-ci est due à des substances spécifiques (formatrices de racines entre autres).

Dans *Begonia rex*, nous avons pu mettre en évidence l'existence de substances spéciales liées à la néoformation de racines.

Dans une première expérience, des fragments de feuilles, placés par moitié à la lumière, par moitié à l'obscurité forment des racines à l'extrémité proximale, même lorsque celle-ci est maintenue à l'obscurité, à condition que l'extrémité distale reste normalement à la lumière (on sait que le transport des substances plasmiques photosynthétisées dans le limbe a, dans la feuille, une direction en sens unique vers la tige). Ainsi donc, on comprend que, lorsque l'extrémité distale est maintenue à l'obscurité, aucune substance plasmique n'est créée, ne circule plus et qu'il n'y a pas de nouvelles racines. Il ne s'agit pas d'une diminution dans la quantité des sucres disponibles car la nervure principale reste gorgée d'amidon pendant longtemps. Nous pouvons conclure que l'apparition des racines est en rapport avec l'accumulation de substances photosynthétiques apparaissant dans le limbe.

Une deuxième expérience, confirmant la première, nous permet de constater qu'un fragment de feuille produit à la lumière un nombre de racines correspondant à la surface du limbe qui est restée attachée aux nervures. D'autre part, des fragments de feuilles réduits aux nervures (toutes portions de limbe ayant été enlevées) forment un petit nombre de racines. Ce nombre n'augmente pas, même après un long temps et cependant l'ensemble reste bien portant. Si une feuille réduite aux nervures reste attachée à la plante mère pendant des temps de plus en plus longs la formation des racines est retardée parallèlement au nombre de jours. Ce fait se comprend aisément quand on le met en rapport avec la circulation normale des substances libériennes vers la tige.

(2\*) R. Bouillenne et F. Went. *Annales du jardin botanique de Buitenzorg*, 1932, p. 200.

Parmi ces substances libériennes, sucres et éventuelles substances formatrices sont inclus. Lorsqu'on s'arrange ensuite pour plonger l'extrémité des nervures dans des solutions de glucose de manière aseptique, elle se trouve placée en présence d'hydrates de carbone en excès et cependant le nombre de racines n'augmente pas. Ce fait indique que quelque chose, accumulé dans les nervures au moment où le limbe y est encore attaché, est transporté vers la tige progressivement, dont les racines dépendent.

L'étude des phénomènes de néoformation chez *Begonia rex* nous a amenés à distinguer l'existence de facteurs différents orientant les mitoses vers la différenciation de racines et de bourgeons. Nous rapprochons les phénomènes d'apparition de racines dans les feuilles de cette plante de ceux observés dans les boutures de *Cacalia articulata*, de *Acalypha*, postulant comme pour ces dernières l'existence de substances formatrices de racines.

(Laboratoire de physiologie, Institut de botanique  
de l'Université de Liège.)

---







ECHANGES RESPIRATOIRES EN FONCTION DE L'HYDRATATION  
CHEZ *Bryonia dioica* ; TUBERCULES MÂLES ET TUBERCULES FEMELLES  
EN PÉRIODE DE REPOS,

par R. BOUILLENNE et F. DEMARET.

Dans des recherches précédentes, nous avons démontré, avec d'autres auteurs (1) et (2), l'influence de la concentration en eau des tissus végétaux sur les activités respiratoires de ceux-ci. A un certain optimum spécifique d'hydratation correspond une intensité respiratoire maxima. L'eau joue dans la cellule deux rôles bien distincts : celui de facteur de dilution (eau des vacuoles), celui de facteur d'imbibition des protéines protoplasmiques (nous ne parlerons pas ici de l'eau de constitution des substances cellulaires qui ne s'enlève que par décomposition chimique).

Dans une autre série de recherches sur les activités métaboliques de *Mercurialis annua* en fonction du sexe, nous avons démontré (3) que, au moment de l'apparition des organes sexuels, les intensités respiratoires, rapportées au gramme de matière fraîche, sont plus considérables chez les mâles que chez les femelles.

Dans le présent travail, nous comparons les échanges respiratoires d'individus mâles et d'individus femelles, en fonction de leur teneur en eau. Nous avons cette fois utilisé *Bryonia dioica* qui est une plante vivace, fondamentalement dioïque, dont l'organe pérennant est un tubercule cylindrique pouvant atteindre de fortes dimensions (nous possédons entre autres un exemplaire qui pèse plus de 12 kgr.).

Des tubercules de *Bryonia dioica* mâles ou femelles, cultivés dans nos serres d'expériences depuis plusieurs années ont montré une stabilité sexuelle complète. (Au point de vue cytologique, il n'a pas encore été possible de mettre en évidence l'hétérochromosome dans les organes mâles de *Bryonia*). Pendant la période végétative, la Bryone fournit une tige volubile relativement grêle, qui, après la floraison et la fructification, se flétrit rapidement. Au cours de l'hiver, le tubercule persiste, muni d'un ou plusieurs bourgeons terminaux qui fourniront les tiges de l'année

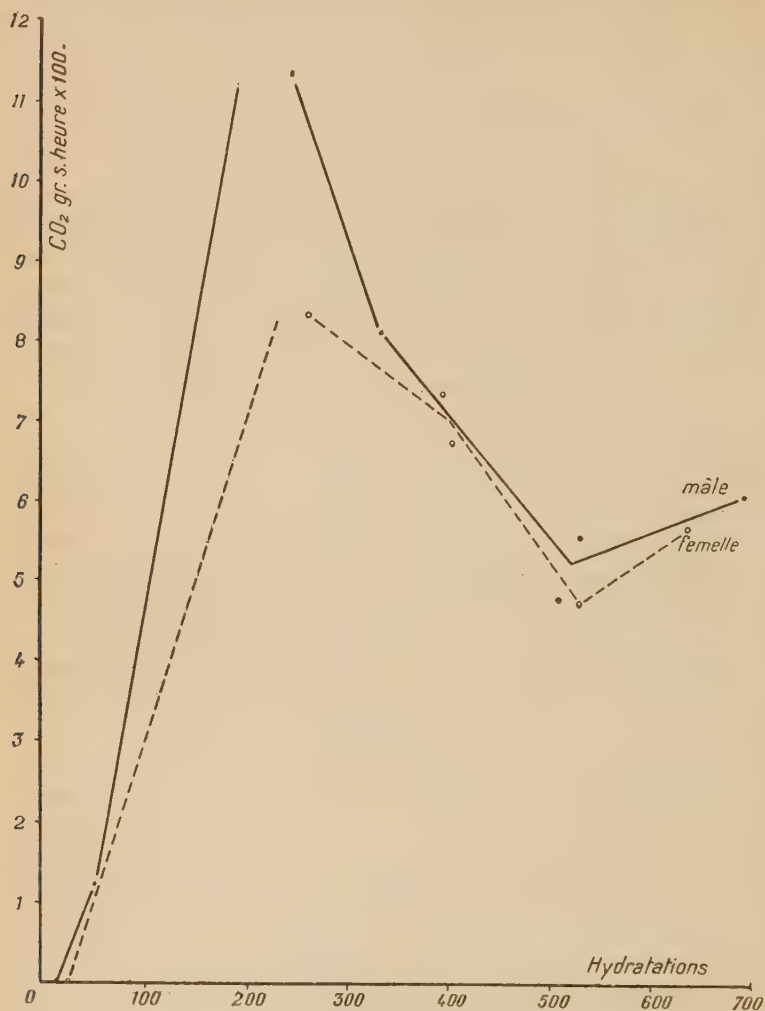
(1) A. Mayer et L. Plantefol. *Ann. de physiol. et de physico-chimie biol.*, 1925, t. 3, pp. 238 et 361.

(2) M. et R. Bouillenne-Walrand. *Ann. de physiol. et de physico-chimie biol.*, 1926, t. 4, p. 426.

(3) R. et M. Bouillenne. *Bull. Classe sciences*, 5<sup>e</sup> série, 1930, t. 46, 8, p. 1047

suivante. Nous avons remarqué un certain dimorphisme foliaire dans les deux sexes.

Les expériences dont il est question ici ont porté sur une série choisie minutieusement de tubercules mâles ou femelles, de même âge, 3 ans, d'aspect morphologique aussi semblable que possible. Ces tubercules se trouvent à la fin de la période de repos, avant



Echanges respiratoires en fonction de l'hydratation chez *Bryonia dioica*.

toute reprise de végétation. Ils sont déposés dans des chambres à dessiccation aussitôt après avoir été déterrés. Un séjour plus ou moins prolongé les amène à des degrés divers de teneur en eau (nous avons remarqué que les femelles se dessèchent plus rapidement que les mâles).

Au sortir de la chambre à dessiccation, les tubercules sont pesés et mis en chambre hermétique, dans un thermostat à basse

température (13°), à l'obscurité, pendant un temps déterminé. Les résultats des analyses des échanges gazeux, calculés en émission de CO<sub>2</sub> par 100 gr. de matière sèche et par heure, en fonction de l'hydratation (eau pour 100 gr. de matière sèche) (voir tableau et diagramme) constituent une nouvelle vérification du rôle de l'eau dans les activités respiratoires.

Plusieurs faits sont, de plus, mis en évidence. Si, au départ de l'expérience, les tubercules frais des deux sexes respirent avec la même intensité, une petite différence se marque dans le degré d'hydratation : mâle, 694 ; femelle, 641. Mais ce qui est très clairement indiqué, c'est que, dans la zone optimale d'hydratation, l'activité métabolique des mâles est plus considérable que celle

Tableau I.

a) Tubercules mâles.

| frais | Poids en gr. |                              | Hydratation<br>au moment<br>de l'expérience | CO <sub>2</sub> émis par<br>gr. sec. h. | Quotient<br>respiratoire |
|-------|--------------|------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
|       | sec          | au moment de<br>l'expérience |                                             |                                         |                          |
| 34    | 4,281        | 34                           | 694                                         | 0,060                                   | 0,99                     |
| 34    | 4,281        | 27,1                         | 533                                         | 0,055                                   | 1,029                    |
| 45,4  | 6,073        | 37,3                         | 514                                         | 0,048                                   | 1,058                    |
| 66,5  | 10,966       | 46,6                         | 335                                         | 0,081                                   | 1                        |
| 66,75 | 9,285        | 32,1                         | 245                                         | 0,113                                   | 1,007                    |
| 31,15 | 4,692        | 7,25                         | 54                                          | 0,012                                   | 1,36                     |
| 31,15 |              |                              | 15                                          | 0                                       | 0                        |

b) Tubercules femelles.

|       |       |      |      |        |       |
|-------|-------|------|------|--------|-------|
| 46,8  | 6,317 | 46,8 | 641  | 0,0561 | 0,98  |
| 46,8  | 6,317 | 40,3 | 537  | 0,0469 | 1,001 |
| 75,5  | 11,32 | 56,9 | 402  | 0,067  | 0,95  |
| 55,25 | 7,34  | 36   | 396  | 0,073  | 1,02  |
| 53,4  | 7,79  | 28,3 | 263  | 0,083  | 1,05  |
| 33,45 | 4,89  | 5,80 | 18,6 | 0      | 0     |

des femelles. Les quotients respiratoires : 1,007 - 1,05, obtenus dans cette zone indiquent une consommation des sucres avec maximum de rendement énergétique.

Ces résultats nous paraissent extrêmement intéressants ; ils permettent de supposer que dans nos précédentes expériences sur le métabolisme de *Mercurialis annua* en période de floraison, nos sujets se trouvaient dans la zone optimale d'hydratation. Nous n'avions pu, alors, déterminer le taux des intensités respiratoires que par rapport au poids frais. On aurait donc pu croire que les différences enregistrées dans les intensités respiratoires des mâles et des femelles étaient dues plutôt à des différences de degrés d'hydratation dans les individus analysés qu'à des différences de métabolisme sexuel. Cette fois, nous démontrons que, dans la zone optimale d'hydratation, les éléments mâles des végétaux ont une capacité d'oxydation plus élevée que les femelles correspondantes.

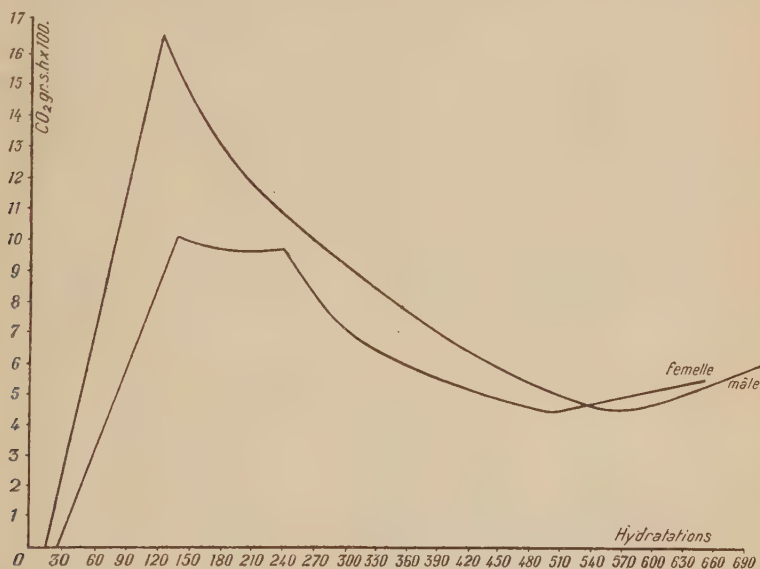
(Institut de botanique de l'Université de Liège.)



ECHANGES RESPIRATOIRES EN FONCTION DE L'HYDRATATION  
CHEZ *Bryonia dioica* ; UN TUBERCULE DE CHAQUE SEXE ISOLÉ  
ET SUIVI JUSQU'À LA FIN DE L'EXPÉRIENCE,

par R. BOUILLENNE et F. DEMARET.

Nos premières expériences sur *Bryonia dioica* ont été réalisées sur des lots de tubercules, en repos végétatif, amenés chacun à des degrés de dessiccation divers, en une seule opération. Le petit nombre de résultats ainsi obtenus ne permet pas de dresser un



Pour l'établissement de ces courbes, on a tenu compte de tous les résultats obtenus sur *Bryonia dioica*.

diagramme représentant correctement l'allure des phénomènes respiratoires aux différents stades d'hydratation.

Dans une nouvelle série d'expériences, un tubercule mâle et un tubercule femelle de Bryone sont chacun progressivement desséchés, et leurs capacités oxydatoires mesurées après chaque période de dessiccation. Nous donnerons ici les résultats obtenus avec ces deux tubercules. Le mâle, pèse en poids frais 100,45 gr., et a donné après 48 jours d'expérience 15,32 gr. de matières sèches ; l'autre, femelle, de poids frais égal à 113,7 gr. fournit

après les expériences 19,3 gr. de poids sec. Le poids sec du tubercule femelle (ramené en p. 100 de matières fraîches) est plus élevé que celui du tubercule mâle (1,6 de différence) ; autrement dit, le tubercule mâle est plus hydraté. Cependant d'une manière générale, les tubercules de Bryone pris à l'état de repos n'ont point manifesté de différences entre les mâles et les femelles dans le taux de matière sèche par rapport au poids frais :

Mâles : 12,5 - 13 - 13 - 15 - 13 - 15 ; moyenne : 13,5 p. 100.

Femelles : 13 - 15 - 15 - 13 - 14 - 14 ; moyenne : 14 p. 100.

D'après des expériences faites sur des animaux, on sait que les

Tableau 1.

Tubercule mâle.

|             | Poids en gr.<br>au moment<br>de l'expérience | Hydratation<br>au moment<br>de l'expérience | CO <sub>2</sub> émis par<br>gr. sec. h. | Quotient<br>respiratoire |
|-------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| Poids frais |                                              |                                             |                                         |                          |
| 100,45 gr.  | 100,45                                       | 555                                         | 0,043                                   | 0,96                     |
|             | 92,45                                        | 503                                         | 0,0442                                  | 1,01                     |
|             | 83,2                                         | 443                                         | 0,0653                                  | 0,99                     |
|             | 76,35                                        | 398                                         | 0,0637                                  | 1,002                    |
|             | 70,9                                         | 362                                         | 0,0679                                  | 1,015                    |
|             | 66,3                                         | 332                                         | 0,0963                                  | 1,009                    |
|             | 58,75                                        | 284                                         | 0,0905                                  | 0,92                     |
|             | 50,8                                         | 231                                         | 0,102                                   | 1,01                     |
|             | 47                                           | 206                                         | 0,11                                    | 1,09                     |
|             | 43,65                                        | 185                                         | 0,100                                   | 1,05                     |
|             | 42,5                                         | 177                                         | 0,095                                   | 0,93                     |
|             | 40,6                                         | 165                                         | 0,131                                   | 0,908                    |
|             | 34,7                                         | 126                                         | 0,165                                   | 1,19                     |
| Poids sec   |                                              |                                             |                                         |                          |
| 15,32 gr.   | 26,7                                         | 74,3                                        | 0,096                                   | 1,09                     |

Tubercule femelle.

|             |       |      |         |       |
|-------------|-------|------|---------|-------|
| Poids frais |       |      |         |       |
| 113,7 gr.   | 113,7 | 487  | 0,044   | 0,887 |
|             | 104   | 438  | 0,04    | 0,93  |
|             | 93,2  | 382  | 0,0539  | 0,94  |
|             | 85    | 340  | 0,0536  | 0,94  |
|             | 76,3  | 295  | 0,0696  | 0,967 |
|             | 67,6  | 245  | 0,0975  | 1,001 |
|             | 57,3  | 196  | 0,0957  | 0,92  |
|             | 46,5  | 140  | 0,100   | 1,09  |
|             | 41,9  | 106  | 0,067   | 1,03  |
|             | 39    | 101  | 0,0727  | 1,007 |
|             | 34,3  | 77,7 | 0,057   | 0,996 |
|             | 29,4  | 52,3 | 0,035   | 1,1   |
| Poids sec   |       |      |         |       |
| 19,3 gr.    | 25,25 | 30,8 | 0,00416 | 1,30  |

mâles sont, en général, moins hydratés que les femelles (1\*). On ne peut cependant rien conclure de nos résultats actuels ; il

(1\*) Remotti. *Publ. della Staz. Zool. di Napoli*, 1929, t. 9, p. 15.

faudra comparer entre elles les hydratations des tubercules mâles ou femelles pendant la période de végétation et d'activité sexuelle.

Pour les tubercules au repos hivernal, le taux moyen d'hydratation est compris entre 500 et 700 d'eau p. 100 de matières sèches aussi bien chez les mâles que chez les femelles.

Les intensités respiratoires sont très voisines les unes des autres et il ne paraît aucune différence dans la capacité oxydatoire des tubercules mâles ou femelles. Les échanges gazeux d'ailleurs sont, extrêmement réduits si nous les comparons à ceux de plantes en pleine végétation :

Tubercule de *Bryone* mâle, au repos : 0,06 ; 0,043 CO<sub>2</sub> émis par gr. sec./heure ;

Tubercule de *Bryone* femelle, au repos : 0,056 ; 0,044 CO<sub>2</sub> émis par gr. sec./heure ;

Tubercule de *Brassica napus* en végétation : 0,28 - 0,24 - 0,30 CO<sub>2</sub> émis par gr. sec./heure.

Nous avons essayé d'hydrater nos tubercules au repos en les plongeant dans l'eau, sans obtenir une absorption d'eau appréciable. Il semble donc bien que pendant la période de repos les tubercules soient à leur maximum d'hydratation. A ces hydratations, correspondent les intensités respiratoires les plus faibles.

Au fur et à mesure de la déshydratation des tubercules de *Bryone*, on voit se marquer de plus en plus une différence dans l'intensité des oxydations (voir tableau et diagramme) :

Plante mâle, hydratation 126 ; respiration, 0,165 CO<sub>2</sub> émis par gr. sec./heure ;

Plante femelle, hydratation 140 ; respiration, 0,1 CO<sub>2</sub> émis par gr. sec./heure.

Les échanges respiratoires suivis avec beaucoup de soins sur les deux mêmes individus confirment les mesures réalisées sur un ensemble de tubercules desséchés isolément jusqu'à une hydratation déterminée (2\*). Ils nous donnent en outre des précisions sur la partie des courbes des oxydations cellulaires comprise entre les hydratations de 50 à 250.

Cette zone d'hydratation très faible (100 à 250) correspond aux optimum d'hydratation des tissus, aussi bien chez les tubercules mâles que chez les femelles. A cet optimum d'hydratation, les mâles atteignent un maximum d'intensité respiratoire qui dépasse de plus de 1/3 le maximum des femelles.

(Institut de botanique de l'Université de Liège.)

(2\*) C. R. de la Soc. de biol., 1933, t. 113, p. 1543.

---



## Les Eaux des Tourbières du Plateau de la Baraque Michel

par R. BOUILLENNE

Depuis la création, en 1924, par l'Université de Liège, de la Station scientifique des Hautes Fagnes, nous nous sommes attaché à l'étude de la végétation du plateau de la Baraque Michel, cherchant à délimiter et à définir les associations végétales typiques et à découvrir les causes écologiques de leur distribution <sup>(1)</sup>.

Dans le cours de l'année dernière (1933), nous avons été amené, par nécessité botanique, à faire le relevé aussi complet que possible des sources de la région comprise entre les fagnes du Noir Flohay et celles de Longfaye suivant l'axe N-S, entre la crête de Baileu et la Fange wallonne, suivant l'axe W-E.

Nous avons souhaité faire la communication abrégée de ce travail à la Société Géologique de Belgique, afin d'avoir l'occasion de consulter les spécialistes de ces questions d'hydrologie qui ne nous sont point familières.

Le plateau de la Baraque Michel et de Botrange, étale, entre 500 et 700 m., une nappe de marécages tourbeux entrecoupés de plantations de *Picea excelsa*.

(1) R. et M. BOUILLENNE. — Evolution récente de la végétation du Plateau de la Baraque Michel. *Bull. Soc. Roy. Bot. de Belgique*, 1926 et compléments dans brochure spéciale. Edit. Thone, 1932.

Le pays est reconnu comme très humide.

D'une part, la pluie y est particulièrement abondante. Si, à Bruxelles, on recueille annuellement entre 600 et 700 mm. d'eau, à la Baraque Michel, la moyenne est de 1500 mm. La raison primordiale de cette pluviosité très grande est évidemment l'altitude. Cependant, des sommets d'Ardenne, assez analogues comme hauteur, ne reçoivent pas beaucoup plus de 1000 mm. d'eau ; de plus, le sommet de Losheimergraben qui possède, à 1 m. près, l'altitude de Botrange et qui n'en est éloigné que de 20 km., manifeste une pluviosité nettement moindre (900 à 1000 mm. d'eau) ; enfin, dans le voisinage immédiat, les sommets de l'Eifel volcanique montrent un climat relativement sec (600 à 700 mm.). Cette pluviosité plus forte que ne le laisse prévoir l'altitude du plateau de la Baraque nous paraît due à la coïncidence de deux facteurs : le fait que le plateau reçoit de première main l'action des vents d'Ouest et surtout le refroidissement qui résulte de la présence des tourbières. En effet, tout à côté, à Losheimergraben et sur les sommets voisins de l'Eifel, il n'y a pas de marécages ; ici, le terrain est couvert de forêts de conifères, là, de prairies et de landes sèches à Bruyères ou à Genêts.

En somme, la Baraque Michel est un îlot de fortes précipitations atmosphériques, provoquées par la double influence de l'altitude et du refroidissement anormal <sup>(1)</sup> dû, selon nous, à l'évaporation considérable des tourbières et de leur végétation spéciale de *Sphagnum* et de mousses (évaporation plus considérable à l'hectare que celle d'une forêt).

D'autre part, l'humidité de la région est plus ou moins conservée par l'éponge épaisse des tourbes. En effet, si la tourbe contient par imbibition de colloïde entre 90<sup>o</sup>/<sub>o</sub> d'eau en hiver et 80<sup>o</sup>/<sub>o</sub> en été, des experts (M. Thiel, en mars 1927) ont montré que 100 kg. de tourbe peuvent absorber 1600 kg. d'eau. Il convient d'ajouter à ce chiffre la quantité d'eau très grande retenue par capillarité ou autrement dans les feuilles de la végétation des *Sphagnum*.

(1) LÉON FREDERICQ. — Guide du District de Malmédy, Lebourg, 1924. « Le plateau de la B. M. se comporte en hiver comme une montagne, non pas de 700 m., mais de 1200 m. La région des lacs de Suède, située à 10° de latitude plus au Nord, n'est pas plus froide en janvier que nos fagnes ».

Cette eau suinte lentement des tourbières et s'écoule vers les ruisseaux du plateau. Elle est noire et acide ( $\text{pH}^+ 3.5, 4$ ). Les tourbières continuent à donner de l'eau, même pendant les années les plus sèches à la Gileppe, à la Hoëgne, au Pouhon des Cuves, au Bayehon, à la Roer, et à la Hell.

Cette humidité est préjudiciable aux plantations de conifères, de telle sorte que les forestiers ont dû, progressivement, établir un réseau, devenu aujourd'hui très serré de fossés de drainage. Ces fossés profonds saignent véritablement les tourbières. Depuis 10 ans que nous parcourons le pays avec attention, nous constatons un dessèchement assez marqué. Il est vrai que les fossés ne sont pas effectifs pendant de nombreuses années ; mais le travail des forestiers les nettoie aussi souvent que possible.

La flore typique des tourbières humides est actuellement envahie par des plantes quelconques, qui s'imposent, en Suède comme ici, sur les tourbières en voie de dessiccation, associations végétales à base de *Molinia Cærulea* (Graminées) par exemple. La conséquence plus ou moins prochaine de cette dessiccation de la tourbe est que le climat du plateau de la Baraque Michel deviendra moins humide, pas plus humide que le sommet tout proche du Losheimergraben, qui porte de grands bois d'*Epicea*, sur lequel il n'y a pas de tourbière et où l'on sait qu'il pleut moins.

Ainsi donc, nous sommes amené à constater que nos fagnes, sont les artisans de leur propre humidité, par les précipitations qu'elles provoquent supplémentairement sur le plateau. Il y a là un cercle vicieux, dont les populations des villages d'alentour et les industries lainières doivent surveiller le rythme.

Les tourbières ont l'importance d'un vaste réservoir d'eau qui entretient le lac de la Gileppe et les rivières citées plus haut, mais qui risque, recevant moins, de débiter moins.

\* \* \*

Les tourbières de nos fagnes sont des tourbières de pente ; contrairement aux indications de la carte de von Decken, il n'en existe pas sur la ligne de faite. Celle-ci, depuis la plus haute antiquité a été appelée « siccus campus », aujourd'hui « setch champ ». M. A. Renier <sup>(1)</sup> a déjà signalé ce fait en 1925. La route

<sup>(1)</sup> Session Extraordinaire de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol., en 1925, Hayez, 1928.

de Jalhay à Sourbrodt ou à Malmédy emprunte cette région de terre ferme. Les forestiers y ont introduit les sapins de l'Hertogenwald, il y a 60 ou 70 ans. Ils ont ainsi détruit la végétation primitive, qui était, non pas celle des marécages, mais celle d'une lande sèche à Bruyère, à Genévrier et à Genêt <sup>(1)</sup>.

Les tourbières, sur les pentes du plateau, se présentent en mamelons plus ou moins vastes que l'on peut reconnaître de loin à la teinte roussâtre de la végétation colonisant leur partie surélevée : il s'agit d'une association dite CALLUNETUM qui comporte *Calluna vulgaris*, *Erica tetralix*, etc.

Nous avons pratiqué de très nombreux sondages afin de mesurer l'épaisseur de la tourbe. En tenant compte de l'inclinaison topographique, de l'ondulation superficielle de la tourbière et de la profondeur indiquée par l'arrêt brusque de la sonde sur le sol ferme (celle-ci pénètre très facilement dans la tourbe), nous avons constaté que toutes les tourbières jusqu'aujourd'hui repérées, occupent le fond de dépressions creusées dans le profil des pentes. A l'endroit de la plus grande dénivellation correspond le point culminant du mamelon tourbeux. On peut mesurer, selon les tourbières, une épaisseur de débris végétaux fossiles allant de 1 à 7 m. <sup>(2)</sup>

Les dépressions se succèdent dans le sens de la pente ; elles ont une longueur variant entre 30 et 100 m., le plus souvent 30 à 50 m. Leur largeur est du même ordre de grandeur.

Elles apparaissent comme des poches plus ou moins allongées, dans lesquelles la tourbe s'est formée et continue à s'accumuler.

Le sol ferme ramené par la sonde est partout une argile blanc-verdâtre extrêmement compacte. De larges fosses, creusées par nous en 1932 (fagnes du Mont Rigi), ont permis de mettre à nu cette argile et de constater que celle-ci contient de petits morceaux de silex cacholongisés ; elle est tellement compacte que les ouvriers n'ont pu l'entamer qu'à la dynamite. Son imperméabilité ne fait aucun doute.

La tourbe s'est donc formée dans des dépressions marquant l'argile blanche imperméable. Au début de la formation des tourbières, il pouvait s'y trouver une végétation aquatique.

<sup>(1)</sup> Nous remercions très vivement M. MARQUET, brigadier forestier, de l'intérêt qu'il a porté à nos travaux et des nombreuses informations qu'il nous a données.

<sup>(2)</sup> Ch. FRAIPONT.

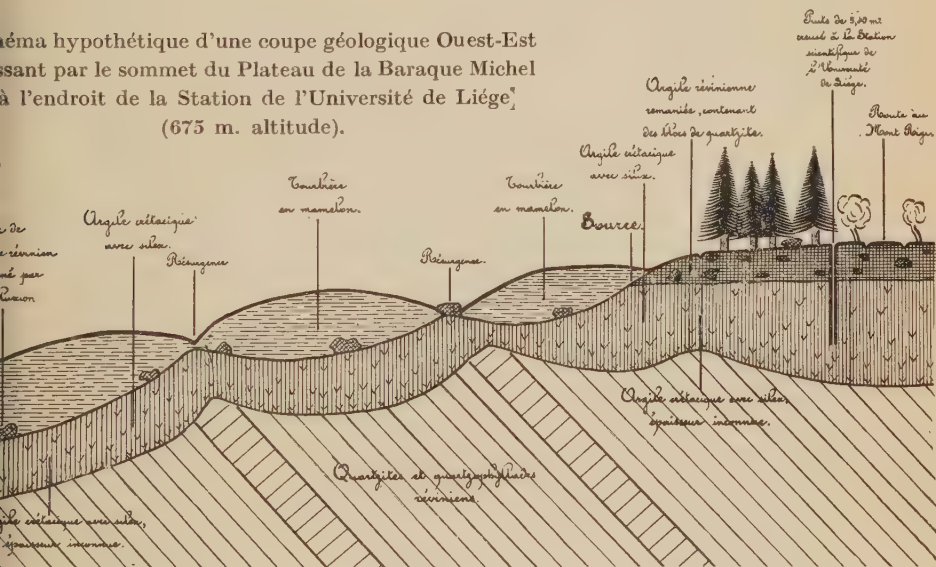
Nous n'avons pu, en aucun point, traverser la couche d'argile à silex et atteindre le sous-sol révinien. Cette argile est d'origine crétacique.

✻   ✻   ✻

Il s'agissait, pour nous, de définir le type des tourbières de la Baraque Michel. Appartiennent-elles à la catégorie des tourbières nordiques qui sont des marécages d'eau stagnante, alimentés par la pluie ou la fonte des neiges? Un certain nombre de plantes arctiques-alpines se dispersent sur la surface du plateau et suggèrent, à priori, la possibilité de cette hypothèse.

Malheureusement, après avoir longuement étudié la distribution des associations végétales du plateau, nous n'étions pas encore

éma hypothétique d'une coupe géologique Ouest-Est  
passant par le sommet du Plateau de la Baraque Michel  
à l'endroit de la Station de l'Université de Liège<sup>1</sup>  
(675 m. altitude).



parvenu, en 1933, à découvrir les causes profondes de leur localisation.

Notre attention fut éveillée alors, en 1933, dont l'été fut singulièrement sec, par l'humidité très nette de certains endroits tourbeux et par la végétation d'espèces particulières qui les caractérisait : surtout *Narthecium ossifragum*, et nous avons pensé qu'il s'agissait de sources.

Les sources étaient considérées comme rares sur le plateau des Hautes Fagnes. Celles que l'on connaissait sont indiquées sur les cartes d'état-major et la plus typique d'entre elles est la fontaine Périgny. Elles se ressemblent toutes ; elles sont aménagées en trou peu profond par les paysans qui vont à la tourbe ou par les forestiers ; elles donnent une eau limpide, froide (hiver comme été 7° à 8°) et moins acide que l'eau des fagnes ( $\text{pH}^+ 5.5$ ).

Elles sont disséminées de part et d'autre du « *Setch Champ* », en quelque sorte à la lisière des bois d'Épicéa du sommet. M. A. Renier <sup>(1)</sup> avait déjà été frappé de cette curieuse situation.

Nous nous sommes astreint à rechercher toutes les sources de la région délimitée plus haut. Nous avons très soigneusement éliminé tous les cas douteux et nous sommes arrivé à pouvoir discerner les sources authentiques des simples résurgences qui se manifestent lorsque l'eau d'une tourbière glissant sur le ressaut d'une fosse d'argile s'écoule vers la dépression suivante.

Dans les sources vraies, l'eau est claire, constamment froide,  $\text{pH}^+ 5.5$  ; dans les résurgences, l'eau est noirâtre, moins froide et variable de température,  $\text{pH}^+ 3.5$ . Le critère le plus sûr a été le groupement différent de part et d'autre de la végétation : les sources se distinguent par des traînées de *Sphagnum*, portant *Narthecium ossifragum* ; les résurgences sont caractérisées par *Juncus Conglomeratus*, *Carex Ampullacea*, etc.

Nous avons ainsi mis en évidence 146 sources vraies, auxquelles il faut ajouter celles (une dizaine) qui étaient connues et ouvertes ; ce qui fait un total de 156 sources. La plupart des nouvelles sources que nous avons repérées sont encombrées de la végétation caractéristique que nous venons de signaler, forment un suintement à 0,50 cm. de la surface sous la tourbe.

Dégagées de cette végétation et de la tourbe sous-jacente par un fossé transversal, ces sources apparaissent sur un fond d'argile blanche, compacte ; elles sont véritablement individualisées ; elles jaillissent, chacune, d'une sorte de conduite ravinée dans cette argile (10 à 20 cm. de diamètre). Sur les 156 sources, 6 seulement sortent d'une argile brunâtre, boueuse, bouillante, mais chaque fois, sous 0.30 à 0.40 m. de cette dernière nous avons retrouvé l'argile blanche et dure.

(1) Arm. RENIER. — *Loco citato*.



FORETS DE CONIFERES OU DE FEUILLUS

ASSOCIATIONS VEGETALES DES FAGHES



ASSOCIATIONS POLYTRICHETO-SALICETUM  
SUR LES EMPLACEMENTS DES INCENDIES DE TOURBE

LIGNES DES SOURCES

L'ensemble de ces sources est indiqué sur la carte. Elles sont toutes situées, soit aux deux bords de l'arête du « *Setch Champ* », soit au haut des pentes de certains sommets secondaires, Baileu, Trois-Hêtres, Drello. Elles se trouvent à la ligne de contact entre le sol ferme du « *Setch champ* » et le haut de la zone des tourbières.

Une seule exception dans cette situation des tourbières par rapport aux sources : la région des Trous Brouly. Nous tâcherons d'élucider ce point l'été prochain.

*Nos tourbières appartiennent donc à la catégorie des tourbières alimentées régulièrement par des sources.* Certaines de leurs particularités botaniques peuvent à présent s'interpréter aisément.

Ce qui est important à signaler, c'est que les sources repérées sont des sources de sommet ; elles alimentent les fosses à tourbe d'une manière ininterrompue, même au cours des étés les plus secs.

Ces sources sortent du sol du « *Setch Champ* ». Celui-ci doit contenir une nappe phréatique, qui ne peut être alimentée que par les précipitations atmosphériques.

\* \* \*

Le « *Setch Champ* », au point de vue géologique, comporte les terrains suivants :

1) D'après le creusement du puits de la Station de l'Université de Liège, dont M. A. Renier a donné les détails <sup>(1)</sup>.

Sous la couche végétale :

1 m. d'argile limoneuse brune avec blocs anguleux de quartzites révinien ;

4.60 m. d'argile blanche à silex, d'âge crétacique ; les silex sont de plus en plus nombreux vers le bas, complètement cacholongisés, sans quartzites ;

au delà ? ; l'eau, venant en abondance, a interrompu le creusement.

2) D'après le creusement du puits réalisé en 1933 auprès de la nouvelle tour de Botrange, au point culminant.

<sup>(1)</sup> A. RENIER. — Session extraordinaire de la Soc. belg. de Géol. de Paléont. et d'Hydr. en 1925, Hayez, 1928, p. 238.

Sous la couche végétale :

3.50 m. d'argile limoneuse, brune, avec quartzophyllades et quartzites réviniens ;  
au delà ? ; l'eau a arrêté les travaux.

3) A quelque 100 m. de là, en plusieurs points de la ligne de faite (Croix Werners), les quartzophyllades et les quartzites réviniens sont en place, comme nous avons pu le vérifier à la suite de la tentative infructueuse d'ouverture d'une carrière, en vue de la construction de la tour.

\* \* \*

Selon nous, la nappe phréatique se trouve dans l'argile limoneuse avec quartzites. L'eau, retenue par l'argile blanche à silex, qui est crétacique, s'évacue en ligne de sources, en haut des pentes, là où cesse l'argile brune.

Cette argile brune est le produit de la décomposition des quartzophyllades réviniens. Elle n'est pas en place <sup>(1)</sup>, à la Station du Mont Rigi (20 m. sous le point culminant), puisqu'elle surmonte l'argile crétacique. Il en est de même en beaucoup d'endroits.

L'épaisseur de cette argile brune, au-dessus de l'argile crétacique et l'étendue du « *Setch Champ* » nous donneront approximativement le volume de la nappe phréatique et des réserves d'eau du sommet.

Cependant, dans l'appréciation de l'importance de la nappe phréatique, il serait nécessaire d'éclaircir le point de géologie suivant :

Dans le puits de Botrange, creusant à travers l'argile brune à quartzites, on n'a pas pu atteindre l'argile crétacique ; il en fut de même, jadis, pour le puits de l'auberge de la Baraque Michel <sup>(2)</sup>.

Est-ce que, en ces endroits (Botrange, Baraque Michel), la couche d'argile révinienne, remaniée, est très épaisse, au-dessus de l'argile à silex ? ou bien est-elle en place, comme le laisseraient

<sup>(1)</sup> A. RENIER. — *Loco citato*.

<sup>(2)</sup> DEWALQUE. — Sur quelques dépôts tertiaires des environs de Spa. *Ann. Soc. géol. Belgique*, 1888, 15.

supposer les affleurements, dans les environs de Botrange, de quartzites et quartzophyllades ?

Dans cette dernière hypothèse, il faudrait admettre : 1° que la couche d'argile crétacique serait répandue, d'une manière générale, sur les pentes du plateau ; 2° qu'au sommet, elle couvrirait de vastes espaces sous une couche d'épaisseur variable d'argile révinienne remaniée ; mais 3° que, par places, justement aux points culminants (Botrange, Baraque Michel), elle serait interrompue par des affleurements peu en saillie de bancs de quartzites et quartzophyllades en place.

De l'ensemble de cette communication, on aperçoit les influences complexes et réciproques de la constitution botanique des Fagnes sur la pluviosité, de l'abondance des précipitations sur l'existence des tourbières, par l'intermédiaire d'une nappe phréatique de sommet, qui est elle-même imposée par certaines dispositions géologiques des terrains réviniens et crétaciques. Il en résulte que le régime des eaux utiles aux industries, aux villes et aux villages, qui bordent le haut plateau de la Baraque Michel, est sous la stricte dépendance du maintien des tourbières humides et de l'entretien, par des pluies abondantes, de la nappe phréatique du sommet.

(Université de Liège)  
(Station Scientifique des Hautes Fagnes)  
(Mont-Rigi).